18,914/B

COTES, R.

LEÇONS

DE

PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

Segnius irritant animos demissa per aurem,
Quàm quæ sunt oculis subjecta fidelibus, & quæ
Ipse tibi tradit spectator .....

Horat. Art. Poët.

LECONS
DE
PHYSIQUE EXPERIMENTALE,
SUR L'EQUILIBRE DES LIQUEURS, & sur la Nature & les propriétés de l'Air.

Traduites de l'Anglois de M. R. CÔTES, *Professeur de Physique Experimentale, à Cambridge.*

A PARIS,
Chez DAVID fils, Libraire, ruë Saint Jacques, à la Plume d'or.

M. DCC. XLII.
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI.

308556.

A

MONSIEUR.

DE MAUPERTUIS

Del'Académie Royale des Sciences, & Membre des Societés Royales d'Angleterre, de Suede & de Pruſſe ; de l'Académie de Peterſbourg, & de celle de l'Inſtitut de Bologne.

MONSIEUR,

C'eſt mériter la confiance du Public, que de lui préſenter un Ouvrage ſous les auſpices d'un Juge dont il connoît la

ſuperiorité des lumieres : je ſens qu'elle m'eſt aſſurée, puiſque perſonne n'ignore de combien de découvertes vous avez enrichi la Phyſique, & avec quel zéle vous vous intéreſſez au progrès d'une Science auſſi utile. Permettez-moi donc de joindre cet avantage à l'envie que j'ai de vous témoigner le ſincere attachement avec lequel je ſuis,

MONSIEUR,

Votre très-humble & très-obéiſſant ſerviteur, LE MONNIER M.D.

PRÉFACE.

LES Leçons de Physique Expérimentale dont on donne ici la Traduction, sont des premieres qui ayent été faites en Angleterre ; M. *Côtes* les composa il y a environ quarante ans, pour un Cours d'Expériences qu'il avoit entrepris avec M. *Wisthon*, & qu'il faisoit dans la Salle de l'Observatoire du College de la Trinité à *Cambridge*.

Comme elles furent fort goûtées en Angleterre, & qu'on s'empressoit de les faire imprimer aussi-tôt après la mort de M. *Côtes* qui fut prématurée, M. *Smith* qui lui succeda en la place de Professeur de

Phyſique Expérimentale, recueillit avec ſoin le Manuſcrit Original de ſon illuſtre Prédeceſſeur, & ſe chargea du ſoin de le publier.

Ces Leçons dans l'état où l'Auteur les avoit laiſſées, ne pouvoient guère être utiles qu'à ceux qui avoient aſſiſté à ſes Cours d'Expériences; elles auroient peu ſatisfait les Lecteurs qui n'auroient eu aucune connoiſſance des Phœnomenes qu'elles ſuppoſent. Pour que tout le monde fût en état d'en profiter, M. *Smith* a décrit la pluſpart des Expériences dans des Notes qu'il a répanduës par-tout où elles conviennent, & pour rendre ſes Remarques encore plus intelligibles, il a fait graver les Figures des principaux inſtruments.

On a donc dans cet Ouvrage, les Expériences & leurs Explications, avec toutes les verités qu'el-

les renferment. Cette méthode d'enſeigner la Phyſique par des conſéquences déduites immédiatement des Phœnomenes & des Expériences, & non pas de ſuppoſitions vagues & arbitraires, eſt ſans contredit la plus sûre & la plus naturelle. C'eſt à elle ſeule, lorſqu'elle a été pratiquée par des hommes intelligents & laborieux, que la Phyſique doit tout ſon progrès.

Les Expériences *Hydroſtatiques* d'*Archimedes*, celles de *Galilée* ſur la peſanteur, de *Toricelli* ſur la preſſion de l'air, enfin celles de l'illuſtre M. *Newton* ſur la Lumiere, peuvent être regardées comme autant de fondements de cette ſcience, que rien ne ſera jamais capable d'ébranler; les découvertes d'*Otto Guericke*, de M^rs *Paſcal* & *Boyle*, en un mot, le fruit précieux des travaux des plus ſages Académies, ſont dûs

à cette même méthode, & prouvent mieux ſon excellence, que tout ce qu'on en pourroit dire de plus avantageux.

On trouvera au commencement de la douziéme Leçon, des réfléxions très-ſages & très-judicieuſes ſur la maniere d'étudier la Phyſique, dont on verra l'application dans toute l'étenduë de l'Ouvrage.

Les Mathematiciens liront avec plaiſir deux ou trois verités que l'Auteur a démontrées ſur la preſſion des Fluides, & ſur la Conſtitution & les limites de l'Atmoſphere, d'une maniere très-ſimple & très-facile, à l'aide ſeulement des Elemens de Mathematiques.

Ceux qui connoiſſent ſon Ouvrage *Harmonia Menſurarum*, & qui ſçavent combien les paroles y ſont ménagées, ſeront ſans doute étonnés de voir M. *Côtes* s'abaiſſer juſ-

qu'aux plus petits détails, & diſſiper juſqu'aux moindres apparences de difficulté ; mais on doit lui ſçavoir gré d'avoir pris ſoin d'étendre & de développer des verités, dont l'obſcurité apparente eſt ſouvent capable de rebuter les commençants. On aura toujours obligation aux grands Maîtres, lorſqu'ils voudront bien retourner, pour ainſi dire, ſur leurs pas, & applanir aux autres des difficultés qu'ils ont franchies avec beaucoup de peine.

L'attention de l'Auteur pour expoſer la Verité dans tout ſon jour & la rendre plus ſenſible, ſuffiſoit ſeule pour attacher, & faire lire ſon Ouvrage avec autant de plaiſir, qu'on lit un morceau d'Hiſtoire ; pour rendre encore ſes diſcours plus agréables & plus variés, il les a ornés de traits Hiſtoriques, qui apprennent à qui on eſt redevable des principales

découvertes, & l'époque des plus belles inventions.

J'ai fait ma Traduction avec le plus d'exactitude qu'il m'a été poſſible, j'ai inſeré quelques remarques, lorſque l'occaſion s'en eſt préſentée, & qu'elles m'ont paru néceſſaires : j'ai ajoûté la figure & la deſcription de la troiſiéme Machine Pneumatique de M. *Boyle*, perfectionnée par M. *Hauksbée* : une Table aſſez étenduë des Gravités ſpécifiques de différentes matieres : la conſtruction & la comparaiſon des principaux Thermométres qui ſont aujourd'hui en uſage, le rapport des meſures de France & d'Angleterre : enfin je n'ai rien négligé pour procurer au public une édition commode & utile.

ABREGÉ

De ce qui eſt contenu dans cet Ouvrage.

Sur l'Equilibre des Liqueurs.

TOUT Fluide peſe en lui-même ; ſes parties ſupérieures preſſent celles qui ſont au-deſſous : cette preſſion ſe fait dans toute ſorte de direction, un Fluide leger peſe ſur un plus peſant, & un Fluide peſant preſſe un plus leger. Leçon 1. pag. 1.

Un Fluide peut ſupporter un Corps ſpécifiquement plus peſant que lui, & même l'élever ; il peut auſſi contenir un Fluide plus leger que lui, & même le preſſer vers le fond. La preſſion convenable d'un Fluide, peut produire des effets pareils à ceux du Tube de Toricelli, *des Pompes, Seringues, Syphons, Marbres polis, &c.* Leçon 2. pag. 17.

Les Fluides preſſent en raiſon de leur hauteur perpendiculaire, quelque ſoit leur quantité, & la figure des vaiſſeaux qui les contiennent ; eſtimation exacte de toutes les

eſpeces de preſſions ; recherche du centre de preſſion d'un Fluide ſur une ſurface quelconque, où l'on démontre qu'il eſt le même que celui de Percuſſion. Leçon 3. pag. 41.

Des Corps qui ſurnagent ou qui s'enfoncent dans les Fluides ; examen de leur peſanteur & legereté ſpécifique, leurs differentes ſituations : Explication des Phœnomenes de la Figure d'émail & bulles de verre. Leçon 4. pag. 66.

Explication de la balance Hydroſtatique ; maniere de s'en ſervir pour trouver la Gravité ſpécifique de toute ſorte de matiere. Leçon 5. pag. 86.

Maniere de ſe ſervir de la balance Hydroſtatique, pour déterminer les Gravités ſpécifiques ; différents uſages de ces ſortes de recherches. Leçon 6. pag. 111.

Sur les propriétés de l'Air.

Détail & explication des principaux Phœnomenes de l'Expérience de Toricelli. Leçon 7. pag. 129.

Expérience de M. Paſcal *à l'imitation de celle de* Toricelli ; *différentes Expérien-*

ces de même nature : la preſſion de l'air varie ſuivant les diſtances à la ſurface de la Terre. Leçon 8. pag 147.

La denſité & le reſſort de l'Air, ſont comme la force qui le comprime : Recherches ſur les limites de l'Atmoſphere. Leçon 9. pag. 168.

Effets de la preſſion de l'air dans les Seringues, Pompes, Syphons, Marbres polis, Ventouſes, &c. Leçon 10. pag. 189.

Phœnomenes des Tuyaux capillaires, & autres effets qui y ont rapport. Leçon 11. pag. 205.

Détail & explication de la Machine Pneumatique, & de toutes les parties qui en dépendent. Leçon 12. pag. 225.

Différents degrés de raréfaction de l'air dans la Machine Pneumatique, & de condenſation dans la Pompe à condenſer. Leçon 13. pag. 246.

Peſanteur de l'Air démontrée par la balance, d'où l'on détermine le rapport de ſa Gravité ſpécifique à celle de l'Eau. Leçon 14. pag. 274.

L'air eſt le milieu qui tranſmet les Sons ; examen de leur viteſſe & de leur propagation. Leçon 15. pag. 298.

Recherches ſur l'Air artificiel, tant abſorbé que produit. Leçon 16. pag. 327.

APPENDIX.

Explication des variations du Barometre, par M. Halley. N°. I. pag. 373.

Conſtruction d'une Echelle qui exprime les differents degrés de chaleur, par Monſieur Newton. N°. 2. pag. 384.

Conſtruction & comparaiſon des principaux Thermometres qui ſont en uſage, p. 402. 409.

Expériences ſur les Tuyaux capillaires, & recherches ſur la cauſe de tous les Phœnomenes qui y ont rapport, par M. Jurin. N°. III. pag. 410. & N°. IV. p. 423.

Table des Gravités ſpécifiques des différentes matieres, pag. 447.

Comparaiſon des Meſures de France & d'Angleterre, pag. 457.

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPERIMENTALE.

PREMIERE LEÇON.

Tout fluide pese en lui-même ; *ses parties supérieures preſſent celles qui ſont au-deſſous : cette preſſion s'exerce non-ſeulement de haut en bas, mais auſſi de bas en haut, latéralement, obliquement, en un mot, ſuivant toutes les directions imaginables, un fluide leger peſe ſur un plus peſant, & un fluide peſant preſſe un plus leger.*

AVANT que de commencer nos Expériences, je crois qu'il eſt à propos de vous expoſer la méthode que je me propoſe de ſuivre, & d'aſſigner à chacune des quatre ſemai-

nes, que je compte employer à ce Cours, les Expériences dont je me ſervirai pour établir les vérités d'Hydroſtatique & d'Aërometrie les plus eſſentielles, & ſur leſquelles toutes les autres ſont fondées. Ces deux parties de la Phyſique ont dans la nature une liaiſon ſi étroite, qu'il n'eſt pas poſſible de les ſéparer; c'eſt pourquoi afin de les comprendre ici toutes deux enſemble, je les ai diſpoſées dans l'ordre qui m'a paru le plus naturel & le plus méthodique, pour tirer une conſéquence d'une autre, qui précedemment aura été prouvée par Expérience: ordre qui eſt en même-temps le plus commode, en ce qu'il exige à peu près les mêmes inſtrumens, & qu'il eſt plus conforme à la ſucceſſion des temps auxquels ces Expériences & ces vérités ont été découvertes & publiées.

Je tâcherai d'établir dans la premiere ſemaine les fondemens de l'Hydroſtatique, & d'expliquer les differens effets qui dépendent de l'effort des fluides entr'eux, ou contre les corps ſolides. Le

grand *Archimedes* eſt un des premiers qui ait cultivé cette Science, elle a même acquis un grand degré de perfection entre les mains de cet Excellent homme, & c'eſt encore le plus ſolide fondement ſur lequel nos Philoſophes modernes ont établi la doctrine admirable de la preſſion de l'air, dont il paroît que c'eſt le fameux *Galilée* qui a eu les premieres notions; ſa découverte a été ſuivie avec ſoin par ſon diſciple *Toricelli*, & enſuite par les plus habiles Phyſiciens de l'Europe.

Ceux qui examineront attentivement les differens effets, que je vais démontrer dans cette ſemaine être une ſuite de la peſanteur des fluides en général, ne trouveront aucune difficulté, lorſque nous en ſerons à l'air, qui n'eſt qu'un fluide particulier, & que je ferai voir n'être pas ſans peſanteur comme on l'a crû autrefois; on ne s'étonnera pas non plus de nous voir expliquer ſi facilement par le moyen de cette peſanteur, des effets qui paſſoient autrefois pour des prodiges, & dont l'explication embarraſſoit tant les

Philoſophes, qu'ils aimoient mieux en donner d'abſurdes, que d'avoüer ingenuëment leur ignorance.

Ayant employé cette premiere ſemaine aux principes d'Hydroſtatique, dans la ſuivante nous entamerons l'Aërometrie, cette Science qui nous fait connoître la nature & les proprietés de l'air. Je n'ai pas beſoin d'inſiſter ici ſur ſon utilité, chacun ſait combien elle a de liaiſon avec la Philoſophie naturelle, puiſqu'il n'y a aucun Corps dans tout le ſyſtême de la nature, dont l'influence ſoit auſſi étendue que celle de l'air.

La fameuſe Expérience de *Toricelli* qui avoit d'abord allarmé tous les Phyſiciens, a été beaucoup applaudie dans la ſuite, comme ouvrant aux découvertes ſur la nature de l'air, la même carriére que *Galilée* ſon maître avoit ouverte aux découvertes Aſtronomiques avec ſon Teleſcope.

Après *Toricelli*, pluſieurs Phyſiciens d'Italie, de France & d'Angleterre, firent ſur cette matiere diverſes Expérien-

ces, presque toutes avec des Tubes & du Mercure, pour confirmer & approfondir cette doctrine de la pression de l'air, la machine Pneumatique n'étant pas encore alors inventée. J'employerai donc la seconde semaine à répeter toutes ces Expériences qu'on a faites avec les Tubes avant l'usage de la machine du Vuide, y en ajoûtant quelques autres du même genre, qu'on a imaginées depuis.

Je ferai dans les troisiéme & quatriéme semaines les Expériences qu'on a coutume de faire, avec la machine Pneumatique & la Pompe à condenser; celles au moins qui pourront s'exécuter avec la machine que j'ai à présent. Car quoique ma machine Pneumatique soit aussi commode qu'aucune qui ait jamais été faite; cependant la Pompe à condenser n'est pas encore telle que je la voudrois, & j'espere en avoir une dans quelque temps, avec laquelle il sera plus facile de pomper & de condenser l'air qu'avec celle-ci.

Je ferai donc dans la troisiéme semai-

ne les Expériences les plus propres à établir les proprietés de l'air, telles que ſont ſa peſanteur, ſon reſſort, ſa preſſion, ſa réſiſtance, ſa réfraction, & j'expliquerai par ces proprietés pluſieurs Phœnomenes conſidérables: Or quoique quelques-unes de ces proprietés puiſſent ſe déduire immédiatement des Expériences qu'on aura vû faire avec les Tubes, dans les ſéances précedentes; je crois néanmoins que perſonne ne ſera fâché de voir confirmer par de nouvelles preuves des vérités, qui autrefois, & même il n'y a pas encore bien longtemps, étoient le ſujet de grandes conteſtations.

Je deſtine pour la quatriéme ſemaine les Expériences qui paroiſſent être de véritables effets de l'air, & qui dépendent de pluſieurs proprietés particuliéres qu'on aura expliquées dans les Leçons précedentes; nous pouvons mettre de ce nombre les Expériences ſur la vie des animaux, ſur la flamme & autres ſemblables. Et parce que pluſieurs Phyſiciens ont attribué à l'air des effets qu'il ne

produit aucunement ; je réfuterai en même-temps leurs ſentimens par des Expériences & par des faits. Tel eſt l'ordre que je me propoſe de ſuivre dans tout ce Corps.

Laiſſant donc tous ces préliminaires, je commence par l'Hydroſtatique. La ſignification de ce nom n'a pas beſoin d'être expliquée ; je n'ai que faire de vous dire que par *Hydroſtatique*, on entend communément aujourd'hui cette partie de la Phyſique, qui traite de l'équilibre & de la preſſion des fluides en général ; quoique le mot ſemble affecté à l'eau qui n'eſt qu'un fluide particulier, le plus commun de tous, & dont on ſe ſert pour déduire la pluſpart des conſéquences. Car ce qu'on peut prouver par Expérience & par raiſonnement appartenir à quelque Corps, en tant qu'il eſt fluide & peſant tout enſemble, doit s'appliquer à tous les autres Corps fluides & peſants. Pourvû qu'on prenne les précautions néceſſaires, on pourra toujours déduire avec ſûreté, des conſéquences générales,

de quelques Expériences qu'on n'aura pû faire que ſur des Corps particuliers.

La fluidité & la peſanteur étant des qualités de très-grande importance dans l'Hydroſtatique, je ne ſçaurois me diſpenſer d'en dire deux mots. Il eſt inutile de chercher les cauſes de ces deux proprietés des Corps; On obſervera ſeulement qu'on appelle Fluides, ceux dont les parties cédent à la moindre force qui agit contr'elles, & ſont diſpoſées à ſe mouvoir librement au milieu les unes des autres. Mais d'où vient cette diſpoſition à ſortir ſi facilement de leur place, à être mues par la moindre impulſion, c'eſt un problême qui n'eſt pas facile à réſoudre : j'aime mieux n'en rien dire, que de ne vous donner que des conjectures.

La fameuſe matiere ſubtile eſt ici le refuge ordinaire des Philoſophes modernes, comme dans beaucoup d'autres difficultés; mais ce moyen de tromper ne réuſſit preſque plus, & la matiere ſubtile eſt proſcrite du moins juſqu'à ce

qu'on ait des raiſons ſuffiſantes pour l'admettre.

On ſait aſſez que la peſanteur eſt l'effort ou la tendence qu'ont tous les Corps vers le Centre de la Terre ; c'eſt une proprieté ſi générale, qu'on n'en connoît aucun dans l'Univers qui en ſoit exempt, pas même l'air qui peut ſe peſer à la balance, comme nous verrons dans la ſuite, ni la fumée & les vapeurs qui ſont plus legeres que l'air, puiſqu'on les voit s'élever au travers, ni enfin la flamme que l'Excellent M. *Boyle* nous a appris à peſer.

Maintenant quoiqu'on accorde aiſément que l'eau & les autres fluides ſont réellement peſans, & peſent actuellement quand on les prend, ainſi que tous les autres Corps (chacun, étant convaincu par ſa propre Expérience, qu'un vaiſſeau plein d'eau, par exemple, peſe plus que quand il eſt vuide ;) il s'eſt encore trouvé cependant quelques Philoſophes qui ont eu beaucoup de peine à croire que les fluides fuſſent peſans *en*

eux-mêmes, comme ils disent, c'est-à-dire les uns sur les autres.

Il seroit infini & même ennuyeux de vous rapporter quelles ont été toutes les differentes sources de cette erreur parmi certains Physiciens, dont la plupart ont mieux aimé s'opposer à la vérité qui se présentoit comme d'elle-même, que d'abandonner de mauvais préjugés auxquels ils s'étoient une fois attachés. Mais puisque en admettant cette erreur on renverse absolument les fondements de l'Hydrostatique, & que par la vérité contraire on peut expliquer facilement toutes les conséquences qu'on en tire; ce motif m'engage à ne pas aller plus loin, sans avoir auparavant éclairci cette matiere.

Il est évident par des Expériences qu'on peut faire tous les jours, que dans un Fluide quelconque le poids du tout est égal au poids de toutes ses parties prises ensemble, de quelque grandeur & en quelque quantité qu'on les suppose; que si on ôte quelque partie du tout, le poids total doit diminuer, du poids de la partie

ôtée ; enfin, que ſi on ajoûte au tout le poids de quelqu'une de ſes parties, ſon poids augmentera de celui de la partie ajoûtée : n'eſt-il donc pas raiſonnable de conclure que le poids du tout eſt compoſé de celui de ſes differentes parties ? & partant que ces parties peſent dans le tout, c'eſt-à-dire *en elles-mêmes*, comme c'eſt leur façon de parler.

Malgré cette déduction ſi naturelle & ſi conſéquente, nos adverſaires ont été aſſez ſubtils pour éluder la vérité, par je ne ſçai quelle diſtinction qu'ils ont été imaginer. Ils conviennent que la peſanteur réunie des parties, fait la peſanteur du tout ; mais ils nient que ces parties priſes ſéparément, ſoient naturellement peſantes, & que dans cet état elles puiſſent faire la peſanteur du tout. Quand ils auront clairement prouvé qu'un nombre déterminé d'agents, peut conjointement produire un effet auquel chacun ſéparément n'eſt pas capable de contribuer, il ſera temps alors de répondre à ce faux-fuyant.

Malgré cette déduction si simple & si nécessaire, ils ont encore produit contre la Doctrine que nous établissons, deux fameuses Objections, dont la solution nous donnera celle de toutes les autres, car elles peuvent se rapporter à l'une ou à l'autre de ces deux-ci.

C'est une Expérience connuë de tout le monde, qu'un Seau d'eau pese moins quand il est plongé dans l'eau que hors de l'eau; & que lorsqu'il est plongé, il ne pese pas plus quoiqu'il soit plein, que hors de l'eau quand il est vuide. Donc concluent-ils, l'eau ne pese point dans le Seau, parce qu'elle est dans l'eau qui est son propre Elément, c'est-à-dire son *lieu naturel.*

L'autre Objection est, qu'on ne sent pas de pression sensible au fond de l'eau même en descendant à de grandes profondeurs; donc concluent-ils encore l'eau ne presse pas, & par conséquent ne pese pas *en elle-même.* Maintenant leur accordant la vérité du fait dans l'un & l'autre cas; qu'on pourroit ce-

pendant révoquer en doute comme n'étant qu'une ſimple conjecture ; nous ne leur accorderons cependant point leurs conſéquences, juſqu'à ce qu'ils ayent pû prouver que ces Expériences n'ont pas d'autre ſolution que celle qu'ils ont propoſée. J'aurai occaſion quand nous en ſerons à l'Hydroſtatique, de donner la véritable raiſon pourquoi le poids de l'eau qui eſt dans le Seau, ne ſe fait pas ſentir quand il eſt plongé dans l'eau, quoiqu'elle ait toujours la même peſanteur qu'elle conſerve hors de l'eau ; j'expliquerai auſſi pourquoi les Plongeurs qui deſcendent à de grandes profondeurs, ne ſentent pas la peſanteur de l'eau qui eſt au-deſſus d'eux, quoique nous ſoyons convaincus qu'à la profondeur de 32 pieds, ils ont plus de 20000. liv. peſant d'eau ſur le corps ; cependant quand nous conſidérons l'uniformité & l'égalité de cette preſſion qui prévient la rupture des parties, puiſque tout l'extérieur de leurs corps en eſt également preſſé, ſi nous examinons que cette preſ-

sion est également soutenuë par l'air ou tout autre Fluide Elastique, qui fait d'autant plus d'effort pour s'étendre, qu'il est pressé davantage ; enfin, si nous considérons encore la solidité & la force des Membranes & autres parties solides du corps humain, l'effort incroyable que l'Expérience a démontré qu'elles sont capables de supporter, il ne nous paroîtra plus étonnant que les Plongeurs ne sentent aucune incommodité, quoiqu'ils soient bien certainement pressés par un poids d'Eau si considérable, sans compter la pression ordinaire de l'air à laquelle nous sommes tous exposés, qui est égale au moins, au poids de ce qu'il y a d'Eau sur un homme à la profondeur de 32 pieds, c'est-à-dire à 20000. liv. de maniere qu'à cette profondeur, un Plongeur est pressé par une force de 40000. livres.

Puisque nous avons donc prouvé que tout Fluide pese *en lui-même*, & que les Objections qu'on fait contre, ne portent aucun préjudice à notre sentiment, com-

me le veulent faire croire ceux qui disent qu'il n'y a pas d'autre maniere d'expliquer ces Phœnomenes ; ce qui a été dit ſuffit donc pour prévenir toutes les autres.

Cependant comme cette vérité eſt de grande importance, je vais tâcher de la confirmer par deux Expériences qui détruiſent entierement ces Objections. Je montrerai par la premiere que les Fluides conſervent leurs poids *en eux-mêmes* ; (*a*)

(*a*) *Les Fluides conſervent leurs poids* en eux-mêmes.

Exper. I. La Fig. 1. repréſente une bouteille de verre Spherique, aſſez épaiſſe pour aller au fond, même étant vuide ; elle a à ſon goulot un robinet bien cimenté, au moyen de quoi on peut ſur une machine Pneumatique tirer tout l'air qu'elle contient, & l'empêcher de rentrer en fermant le Robinet. On peut auſſi par le même moyen faire entrer dans une bouteille, un volume d'eau égal au volume d'air qu'on en a fait ſortir, ſçavoir en la plongeant dans un vaiſſeau plein d'eau quand elle eſt vuide d'air, & ouvrant enſuite le Robinet. Ayant donc pompé l'air, ſuſpendez la bouteille avec un fil au bras d'une balance, & mettez-là exactement en Equilibre dans l'air avec le poids A dans l'autre plat ; plongez enſuite entierement la bouteille dans un vaiſſeau plein d'eau, & mettez-là dans cet état en Equilibre avec le poids B, mettant à part le poids A ; ouvrez alors le Robinet, & laiſſez entrer l'eau dans la bouteille : quand elle ſera remplie, remettez-là en Equilibre (dans l'eau toujours) avec le poids C qu'il faudra ajoûter à B ; il eſt évident que le poids C eſt le poids de l'eau entrée dans la bouteille, même pendant qu'elle communique avec celle du vaiſſeau ; ayant fermé le Robinet pour conſerver l'eau dans la bouteille, repeſez-là dans l'air en ôtant le poids B, & mettant à ſa place le poids A. Le

& par la seconde, que les parties inférieures d'un Fluide sont pressées par les supérieures, & communiquent cette pression aux Corps qui leurs sont contigus. J'ajoûterai d'autres Expériences, pour prouver que la pesanteur des Fluides s'éxerce non-seulement de haut en bas, mais aussi de bas en haut, latéralement, obliquement, en un mot, suivant toute sorte de direction ; (*a*) qu'un Fluide leger pese sur un plus pesant, & un

poids A + C fera encore Equilibre avec la bouteille & l'eau qu'elle contient ; donc l'eau pese autant dans l'air que dans l'eau *son lieu naturel*, le Robinet étant ouvert.

(a) La pression que cause la pesanteur d'un Fluide, se distribuë en tout sens.

Exp. II. Les Fig. 2, 3, 4 représentent des Tuyaux recourbés à leurs extrémités inférieures sous differens angles ; on a d'abord introduit du mercure par leur orifice inférieur, enforte qu'il y en eut dans la longue branche jusqu'au niveau de cet orifice : à mesure qu'on plonge ces Tubes dans un vaisseau plein d'eau, celle qui entre par l'orifice inférieur des Tubes, presse sur le mercure par degrés, & le fait monter vers l'orifice supérieur, avec lequel elle n'a point de communication : pour prouver que la pression s'exerce aussi-bien de bas en haut, que suivant toute autre direction, plongez dans du mercure l'extrémité d'un Tuyau capillaire, bouchez ensuite avec le pouce l'orifice supérieur, soulevez le Tube, il restera à l'orifice inférieur une petite colomne de vif argent ; plongez-le dans l'eau à la profondeur d'environ 14 fois la hauteur du petit cylindre de mercure ; ôtant alors le pouce, non-seulement cette colomne demeurera suspenduë, mais elle sera portée vers le haut si vous enfoncez davantage le Tuyau.

plus

plus pesant sur un plus leger (*a*).

(a) *Un Fluide leger pese sur un plus pesant, & un Fluide pesant pese sur un plus leger.*

La premiere partie de cette proposition se prouve par l'Expérience précedente ; & si dans un tuyau recourbé on verse par l'orifice inférieur quelque huile plus legere que l'eau, elle sera aussi pressée par l'eau du vaisseau, & portée vers l'orifice supérieur du Tube : ce qui prouve la seconde Partie.

SECONDE LEÇON.

Un Fluide peut supporter un Corps spécifiquement plus pesant que lui, & même l'élever ; il peut aussi contenir un Corps spécifiquement plus leger que lui, & même le pousser vers le fond. La pression convenable d'un Fluide, peut produire des Phœnomenes pareils à ceux du Tube de Toricelli, des Pompes, Seringues, Syphons, Marbres polis, & autres effets semblables.

NOus avons prouvé hier que les Fluides conservent leur pesanteur *en eux-mêmes*, que par cette pesanteur ils font effort contre tous les Corps qui les environnent, & que cette pression s'exerce non-seulement de haut en bas, comme dans les autres Corps pesants, mais aussi de bas en haut, obliquement, latérale-

ment, en un mot, ſuivant toute ſorte de directions ; je ferai encore aujourd'hui des Expériences ſur cette preſſion des Fluides, pour vous faire connoître quelques-uns de ſes effets les plus généraux, réſervant pour la prochaine ſéance d'examiner plus en détail toutes les autres eſpéces de preſſions.

J'ai choiſi pour ſujet des Expériences que nous allons faire aujourd'hui, les Phœnomenes les plus ordinaires & les plus frappans, qu'on peut expliquer par la peſanteur de l'air, tels que la cohæſion des deux marbres polis, la ſuſpenſion du mercure dans les Barométres, les effets des Seringues, Pompes, Syphons &c. Si nous démontrons que tous ces effets peuvent non-ſeulement dépendre de la peſanteur d'un Fluide quelconque, mais encore qu'ils en ſont une conſéquence néceſſaire ; qu'enſuite nous puiſſions faire voir que l'air eſt un Fluide peſant, & que ſa peſanteur a un rapport ſenſible à celle de quelque Fluide que ce ſoit ; de toutes ces choſes réunies, il ne ſera pas

difficile de prouver directement que la preſſion de l'air eſt la cauſe de ces Phœnomenes, & autres ſemblables : conſultons donc l'Expérience, & eſſayons ſi ce qui réſultera de la preſſion cauſée par la peſanteur des Fluides, eſt quelque choſe d'analogue à ce que je viens d'annoncer (*a*).

(*a*) L'Auteur faiſoit faire ici les Expériences ſuivantes, & les expliquoit dans la ſuite de la Leçon.

EXPERIENCE I. Fig. 7. *a*, *b*, eſt un grand Plateau de cuivre circulaire aſſez épais, & dont la ſurface ſupérieure eſt couverte d'un cuir mouillé, afin qu'étant appliqué à l'orifice *c d*, du vaiſſeau intérieur, l'eau du grand vaiſſeau ne puiſſe pas s'introduire entre deux. Si l'on tient le Plateau appliqué à l'orifice de ce vaiſſeau, en tirant le fil-d'archal *e* fixé à ſon centre, juſqu'à ce qu'on ait verſé une ſuffiſante quantité d'eau entre les deux vaiſſeaux, le Plateau ſe trouvera ſoutenu par la preſſion de l'eau, dont l'effort ſe porte vers le haut, comme on peut le voir en ceſſant de tirer le fil-d'archal. Le haut du vaiſſeau intérieur doit être aſſez large, pour qu'il puiſſe s'arrêter ſur l'orifice de l'autre.

L'Exp. II. a déja été décrite dans la Leçon précedente, note *b*.

Exp. III. La Figure 8 repréſente un Gobelet de verre, au fond duquel on a ſcellé avec du maſtic, un rond de bois dont la ſurface ſupérieure eſt bien plane & bien polie. Sur ce fond on applique un autre Plateau de bois de moindre Diamétre, dont la ſurface eſt pareillement polie. Si on preſſe avec le doigt ce dernier Plateau contre l'autre, & qu'en même-tems on verſe beaucoup de vif argent dans le Gobelet ; le doigt retiré, ce Plateau (quoique beaucoup plus leger que le mercure) ne s'élevera point, mais reſtera toujours attaché au fond, à moins qu'on ne l'en ſépare en le tirant fortement par la cheville qui eſt fixée à ſon centre.

Exp. IV. Fig. 9. ayant verſé dans la plus courte branche d'un Syphon paralléle, quelqu'huile plus legere que

Ces Expériences ont besoin de quelque explication : Je vais commencer par rendre raison des effets que vous venez de voir, & j'en tirerai après les conséquences, qui sont le principal motif qui m'a engagé à vous les faire.

l'eau ; si on enfonce peu à peu ce Syphon dans un vaisseau plein d'eau, l'huile descendra dans la branche la plus courte, & s'élevera dans la plus longue.

EXPER. V. On a placé dans un grand vaisseau, dont le fond est applani avec de la cire fonduë, deux Gobelets de verre Cylindriques, qui contiennent chacun une certaine quantité d'eau colorée, de maniere qu'elle soit plus élevée d'un bon pouce dans l'un que dans l'autre : on a plongé dans cette eau colorée les deux branches d'un Syphon qui porte au haut de sa courbure un tuyau soudé qui communique avec les deux branches, comme on voit dans la Fig. 11. Enfin on a posé sur le grand vaisseau un couvercle de bois percé de deux trous ; sçavoir, un à son centre pour laisser passer le tuyau de communication, & tenir le Syphon dans une situation verticale ; & l'autre, pour laisser passer la queuë d'un entonnoir : la Machine étant ainsi disposée, on verse par l'entonnoir de l'huile de Terebenthine, ensorte qu'après avoir coulé par-dessus la surface de l'eau colorée, elle s'éleve de quelques pouces au-dessus de la courbure du Syphon ; quand il y en aura une suffisante quantité, la pression de cette huile sur l'eau colorée des Gobelets, la fera passer du grand, c'est-à-dire, de celui dans lequel elle est plus élevée, dans l'autre où elle est plus basse (que j'appellerai dorénavant le petit vaisseau) jusqu'à ce que sa surface se soit mise au niveau dans toutes les deux.

EXPER. VI. La derniere Expérience étant facile à expliquer peut servir à faire entendre l'effet du Syphon ordinaire ; on prend un tuyau recourbé, on en met la plus courte branche dans un vaisseau plein de quelque liqueur, on suçe un peu par l'orifice de la plus longue pour emplir le Syphon ; & lorsqu'on cesse de sucer, l'eau s'écoule par cette branche jusqu'à ce que le vaisseau soit épuisé.

La cauſe de la forte adhérence du Plateau de cuivre à l'orifice du vaiſſeau de verre, vient de ce que les parties d'eau qui touchent immédiatement la ſurface inférieure de ce Plateau, ſont extrêmement preſſées par l'eau qui eſt au-deſſus du niveau de cette ſurface, & qui environne le vaſe à l'orifice duquel le Plateau eſt appliqué : cette eau ſupérieure & environnante, communique une preſſion de haut en bas aux parties qui ſont immédiatement au-deſſous d'elles, & dans le même niveau que la ſurface inférieure du Plateau ; celles-ci communiquent latéralement cette preſſion à celles qui ſont immédiatement au-deſſous de ce Plateau, & qui lui ſont contiguës. Car ſi les parties d'eau contiguës au Plateau n'étoient pas autant preſſées que celles qui ſont ſur le même niveau, directement au-deſſous de l'eau qui environne le vaſe, elles n'en pourroient pas ſoutenir l'effort par leur réaction ; elles cederoient donc, & ſe laiſſeroient comprimer davantage : par conſéquent

cette preſſion doit augmenter juſqu'à ce qu'elles ſoient toutes en équilibre. Or l'eau qui touche immédiatement la ſurface inférieure du Plateau, étant ainſi preſſée, communique cette preſſion vers le haut, & cauſe cette étroite union de l'orifice du vaiſſeau avec le Plateau, malgré la réſiſtance de ſa peſanteur qui tend à le déſunir, comme nous avons vu qu'il eſt arrivé tout-à-l'heure, quand la colomne d'eau ſupérieure n'a pas été aſſez haute pour contrebalancer & l'emporter ſur cette peſanteur.

Maintenant pour ſavoir de quelle hauteur doit être la colomne d'eau capable de contrebalancer & de vaincre la peſanteur du Plateau, il faut connoître ſon poids & celui de tout ce qui lui appartient, c'eſt-à-dire du fil-d'archal & du cuir qui couvre ſa ſurface ſupérieure; il faut enſuite le plonger à une profondeur, telle que la diſtance perpendiculaire compriſe entre la ſuperficie de l'eau environnante, & la baſe ou ſurface inférieure du Plateau, ſoit égale à la hauteur

d'un cylindre d'eau, de même baſe & de même peſanteur que ce Plateau, & tout ce qui lui appartient. Alors la preſſion de l'eau contre le Plateau ſoutiendra l'effort de ſa peſanteur, comme on peut le démontrer par pluſieurs moyens, & par celui-ci entr'autres.

Chaque partie d'eau qui eſt directement au-deſſous & contiguë au Plateau, reçoit & communique une preſſion égale à celle que reçoivent chacune des ſemblables parties d'eau, qui ſont ſur le même niveau, directement au-deſſous de l'eau qui environne le vaſe, comme il vient d'être prouvé tout-à-l'heure : Or ces parties qui ſont immédiatement au-deſſous de l'eau environnante, tiennent leur preſſion, du poids de la colomne d'eau qui eſt perpendiculairement au-deſſus d'elles, & ſoutiennent par leur réaction, l'effort de cette peſanteur ; donc la preſſion que chacune de ces parties reçoit & communique, eſt égale au poids de la colomne verticale qui eſt au-deſſus d'elles. Puis donc que les parties d'eau

qui ſont contiguës au Plateau, reçoivent & communiquent le même degré de preſſion que leurs voiſines, la leur ſera auſſi égale au poids d'une ſemblable colomne d'eau, & la ſomme de leur preſſion, ou la force avec laquelle elles concourent toutes à ſoutenir le Plateau, ſera équivalente à la peſanteur d'autant de pareilles colomnes, qu'il y a de parties d'eau contiguës à la ſurface inférieure du Plateau. A préſent toutes ces colomnes enſembles ſont égales à un cylindre qui auroit pour baſe la ſurface du Plateau, & pour hauteur la perpendiculaire compriſe entre cette ſurface & la ſuperficie de l'eau : ſi donc le poids du cylindre d'eau eſt auſſi grand que celui du Plateau, il ſera ſoutenu ; s'il n'y a pas aſſez d'eau pour que le poids de ce cylindre ſoit au moins égal à celui du Plateau, il ſera ſéparé de l'orifice par l'excès de ſon propre poids ſur celui de la colomne d'eau. Enfin, ſi la hauteur de l'eau eſt plus grande, ſa preſſion plus forte que n'eſt la peſanteur du Plateau

ſera plus que ſuffiſante pour le ſoutenir, c'eſt-à-dire, qu'elle le pouſſera vers le haut.

La peſanteur ſpécifique du cuivre eſt à celle de l'eau à peu près comme 8 à 1, c'eſt-à-dire que volume pour volume, le cuivre eſt environ 8 fois plus peſant que l'eau; donc les poids d'un cylindre d'eau & d'un cylindre de cuivre ſeront égaux, quand ayant des baſes égales, la hauteur du cylindre d'eau ſera 8 fois auſſi grande que celle du cylindre de cuivre; d'où nous pouvons conclure, que pour que l'eau ſoutienne notre Plateau de cuivre, il doit être plongé à une profondeur 8 fois auſſi grande qu'eſt ſon épaiſſeur. Par la même raiſon, un Plateau d'or fin, qui eſt le corps le plus peſant qu'on connoiſſe dans la nature, devroit être plongé environ à 20 fois ſon épaiſſeur: c'eſt à cette occaſion que M. Boyle a propoſé un de ſes Paradoxes Hydroſtatiques, en ces termes: *Si on met à la ſurface de l'eau un corps ſolide, même le plus peſant qui ſe puiſſe trouver dans*

la nature, ſa ſeule peſanteur le fera couler à fond; cependant s'il eſt plongé à une profondeur 20 fois plus grande que ſon épaiſſeur, il n'ira pas à fond, à moins qu'il n'y ſoit pouſſé par la peſanteur de l'eau qui ſera immédiatement au-deſſus de lui.

On peut expliquer de la même maniere la ſeconde Expérience, dans laquelle le vif argent, qui eſt encore plus peſant que le cuivre, a été ſoutenu par l'eau, dont la peſanteur ſpécifique eſt 14 fois moindre. Je veux donc ſeulement vous faire remarquer, qu'on peut plonger un corps dans un Fluide d'une moindre peſanteur ſpécifique, à une profondeur telle, qu'il ſoit ſimplement ſoutenu, ou plus que ſoutenu & même élevé, ou enfin qu'il ne le ſoit point du tout; ſuivant les differentes peſanteurs des corps & la hauteur des colomnes de Fluide qui les environnent.

La vérité de cette propoſition eſt très-claire dans cette Expérience; car quand nous avons plongé le vif argent à une certaine profondeur, nous l'avons vu de-

meurer en repos dans le tuyau ; quand nous avons enfoncé davantage le Tube, le vif argent montoit, & étoit pouſſé en haut par la force du Fluide plus que ſuffiſante pour le ſoutenir ; enfin, ſi on élevoit le Tube juſqu'à un certain point, le vif argent deſcendoit par l'excès de ſa peſanteur ſur celle de la colomne du Fluide. Cette Expérience ne réuſſit guère que dans les tuyaux d'un très-petit diamétre ; car s'il eſt un peu trop large, l'eau s'inſinuant entre le tuyau & le mercure, fera manquer l'Expérience.

Le Phœnomene du Plateau de bois qui demeure attaché au fond du vaiſſeau plein de vif argent, quoiqu'il ſoit plus leger que ce Fluide, pourroit paroître étonnant à ceux qui ignorent les principes d'Hydroſtatique, ou qui auroient des préjugés de legereté poſitive, réelle ou abſoluë ; car ſi cette legereté imaginaire étoit véritablement la cauſe qui fait monter les corps legers dans les Fluides moins legers qu'eux, il nous ſeroit abſolument impoſſible d'expliquer

cette Expérience : en effet, pourquoi le Plateau de bois ne s'éleveroit-il pas par la force de cette legereté ſuppoſée, dans cette occaſion comme dans les autres ? & pourquoi ne ſe feroit-il pas paſſage au travers du vif argent, qui eſt beaucoup plus peſant ? Mais ſi au lieu de cette legereté, (que nous ferons voir par la ſuite n'être qu'une chimere) on admet la peſanteur des Fluides, qu'on a déja trouvée conforme à la raiſon & à l'Expérience, on fera bien-tôt évanoüir cette difficulté ; car il eſt évident que le Plateau demeurera toujours attaché au fond du vaiſſeau, à moins qu'il n'en ſoit ſéparé & pouſſé en haut par quelque force étrangere, ce qui ne doit point arriver dans notre cas, puiſque le vif argent ne ſauroit s'inſinuer entre le fond du verre & le Plateau, ni par conſéquent l'élever en agiſſant contre ſa ſurface inférieure, comme il a fait quand nous l'avons laiſſé s'inſinuer en ſoulevant un peu le Plateau. Il ſeroit encore plus difficile d'expliquer, par la legereté poſitive, pourquoi non-

ſeulement le Plateau ne quitte pas de lui-même le fond du verre pour venir à la ſurface, mais encore pourquoi il faut employer quelquefois une force conſidérable pour le ſéparer du fond : Or on voit clairement que cette réſiſtance ne ſe peut expliquer que par la peſanteur du vif argent ſur le Plateau ; la force néceſſaire pour les ſéparer devant être plus grande ou moindre, ſuivant qu'on oppoſe à cette ſéparation, une plus grande ou une moindre colomne de mercure. On pourra s'étonner (comme cela a fort embarraſſé le Dr More) de ce qu'immédiatement au moment de la ſéparation, non-ſeulement il n'eſt plus beſoin d'employer de force conſidérable pour l'achever, mais au contraire, de ce qu'on voit le Plateau s'élever à la ſurface du mercure avec rapidité ; d'autant qu'immédiatement au terme de la déſunion, & quand il commence à monter, le poids du vif argent qui le preſſoit eſt preſque auſſi conſidérable que celui qui le preſſoit avant la ſéparation, & le retenoit fixé au fond,

Si nous disons qu'il est élevé par le vif argent qui s'insinuë entre deux, au moment de la séparation, lequel reçoit cette force capable d'élever le Plateau, du reste de la masse du vif argent, c'est-à-dire, de celui qui n'est pas immédiatement au-dessus du Plateau, mais qui environne celui-ci, en un mot, de celui qui s'appuye sur l'espace annulaire compris entre le Plateau & le côté du Gobelet; le Docteur sera dans un plus grand embarras; il nous dira que la pression vers le haut, causée par la pesanteur du mercure environnant, ne peut aucunement égaler & encore moins excéder la pression de celui qui est perpendiculairement au-dessus, (à quoi il faut encore joindre la pesanteur du Plateau) car la quantité de mercure environnant, est beaucoup moindre que celle du cylindre qui est au-dessus du Plateau. Il regarde comme l'ouvrage de son principe *hylarchique*, ou esprit de la Nature, ce qu'il croit impossible d'expliquer autrement.

J'en ai assez dit dans l'explication de la premiere Expérience, pour résoudre cette difficulté ; car j'ai prouvé que la force avec laquelle le Plateau de cuivre est retenu à l'orifice du vaisseau de verre, est égale au poids d'un cylindre du Fluide dans lequel il est plongé, dont la base seroit égale à celle du Plateau, & dont la hauteur seroit, la perpendiculaire comprise entre la superficie du Fluide & la base du même Plateau, de quelque largeur qu'on suppose le Fluide environnant ; Paradoxe qui sera encore mieux expliqué & démontré dans la séance prochaine. Donc dans le cas présent, la force qui pousse en haut le Plateau de bois est égale au poids d'un cylindre de vif argent, qui auroit la surface inférieure du Plateau pour base, & la perpendiculaire comprise entre cette base & la superficie du même vif argent pour hauteur : ce poids excéde manifestement celui de la colomne de mercure qui est appuyée sur le Plateau, même jointe au poids du Plateau, & la difference est l'excès du

poids du mercure sur celui du Plateau, en volumes égaux.

Le vif argent est beaucoup plus commode pour cette Expérience, en ce qu'il ne s'attache pas au bois, & ne mouille pas comme fait l'eau, & par-là ne s'insinuë pas aussi aisément entre les deux Plateaux.

L'Expérience qu'on a faite ensuite, sert à démontrer la même chose; sçavoir que les Fluides peuvent contenir, & même abaisser des Corps spécifiquement plus legers qu'eux, avec cette difference seulement, que dans l'Expérience précedente on l'a démontrée des Corps solides, & que dans celle-ci on le prouve des Fluides; j'en passerai l'explication que chacun peut faire soi-même.

Nous avons mis, s'il vous en souvient, un peu de vif argent dans un vaisseau de verre, nous y avons plongé des Tubes de differents diamétres, dans lesquels le vif argent s'est élevé à la même hauteur que la surface de celui du vaisseau; nous avons ensuite versé de l'eau par-dessus

(qui

(qui n'a pu entrer dans les tuyaux, parce que leurs orifices étoient plongés dans le mercure,) & vous avez vu le vif-argent s'élever dans les Tubes au-deſſus du niveau de celui qui reſtoit dans le vaſe. Cet effet eſt une ſuite toute naturelle de la peſanteur de l'eau ſur le vif-argent : Car ſi nous imaginons un Plan paralléle à l'horiſon qui paſſe par l'orifice inférieur de tous ces tuyaux, il eſt certain que ces Fluides ne pourront reſter en équilibre, à moins que chaque égale partie du Plan n'en ſoit également preſſée, comme nous l'avons déja prouvé.

Or les parties de ce Plan qui ſont directement ſous les orifices des tuyaux, ne peuvent être autant preſſées que les autres, à moins que le vif-argent ne monte dans ces mêmes tuyaux, aſſez pour contrebalancer par ſa peſanteur, l'effort de l'eau qui preſſe ſur les autres parties du Plan ; & quoiqu'il ſemble d'abord qu'une colomne de vif argent d'une moindre hauteur dans un gros tuyau, eſt autant capable de contrebalancer cette preſſion

de l'eau, qu'une autre colomne d'une plus grande hauteur dans un petit tuyau (les quantités de mercure qui forment ces colomnes pouvant être égales,) il en arrive néanmoins tout autrement; car quoiqu'il y ait une plus grande masse de vif-argent dans le gros tuyau, aussi faut-il considérer qu'elle presse une plus grande partie du Plan.

Nous sommes enfin arrivés à cette ingénieuse Expérience dont s'est servi M. *Pascal*, pour faire voir que l'effet du Syphon peut dépendre de la pesanteur d'un Fluide. Nous avons vû, & par conséquent nous n'en pouvons plus douter, que le poids & la pression de l'huile de Terebenthine sur l'eau colorée, la fait couler par le tuyau recourbé, du vaisseau dans lequel elle étoit plus élevée, dans celui où elle l'étoit moins; mais pour vous faire concevoir cette vérité aussi clairement qu'elle vous a été sensible, je vais vous rapporter l'explication qu'en a donnée cet excellent Auteur, après que je vous aurai prévenu, qu'au

lieu d'eau teinte, il s'eſt ſervi de vif-argent, & d'eau commune au lieu d'huile de Terebenthine.

Nous devons remarquer, dit-il, que l'huile peſant ſur l'eau colorée qui eſt dans chaque vaiſſeau, & point du tout ſur celle qui eſt dans les branches du Syphon, il arrive que le poids de cette huile fait monter l'eau dans chaque branche juſqu'au haut du Syphon, qu'il doit y avoir là une eſpéce de combat entre ces colomnes qui ſe preſſent ainſi mutuellement, d'où il réſulte que celle qui a le plus de force doit néceſſairement prévaloir; Or voyons laquelle a le plus de force. Puiſque la colomne d'huile qui porte ſur l'eau du petit vaiſſeau, a un pouce de plus, que celle qui porte ſur le grand vaiſſeau, elle élevera davantage l'eau colorée dans la plus grande branche, par la force que lui donne la peſanteur d'un pouce d'huile qu'elle a de plus, d'où il paroît d'abord que l'eau devroit couler de la plus longue branche par la plus courte; mais il faut en même-

temps conſidérer, que le poids de l'eau dans chaque branche réſiſte à celui de l'huile qui tend à l'élever.

A préſent cette réſiſtance n'eſt pas égale dans les deux branches, car elle eſt plus grande dans la plus longue, en vertu du poids d'une colomne d'eau d'un pouce qu'elle a de plus : la colomne d'huile qui éleve l'eau dans la plus grande branche, a donc un pouce de plus, & la colomne d'eau qui contrebalance cette colomne d'huile a donc auſſi un pouce de plus : mais un pouce d'eau peſe davantage qu'un pouce d'huile, donc abſolument parlant, l'eau eſt élevée avec plus de force dans la plus courte branche, & par conſéquent doit monter & continuer de monter, juſqu'à ce qu'elle ſoit venuë à niveau dans les deux vaiſſeaux. (*a*)

(*a*) L'Auteur nous a donné ici l'explication de M. *Paſcal*; mais je me ſouviens que dans ſon diſcours public il l'expliqua de cette maniere. Suppoſant (Fig. 11.) les branches du Syphon réellement égales, ou ce qui revient au même, ſuppoſant un Plan horiſontal qui paſſe au travers des branches, de l'eau colorée & des Gobelets : Les parties de ce Plan qui ſeront dans l'intérieur des branches, ſeront également preſſées par d'égales colomnes d'eau teinte,

D'où il ſuit, que la raiſon pourquoi l'eau s'écoule du vaiſſeau le plus élevé dans celui qui eſt plus bas, vient de ce que l'eau eſt ſpécifiquement plus peſante que l'huile ; le contraire devroit arriver, ſi le Syphon & les vaiſſeaux dans leſquels ſes branches ſont plongées étoient pleins d'huile & enfoncés dans un vaiſſeau plein d'eau ; car il arriveroit alors que l'huile du plus petit vaiſſeau monteroit par la plus longue branche, & paſſant par le haut du Syphon, deſcendroit dans le grand vaiſſeau, ſuivant l'explication que j'en viens de donner tout-à-l'heure ; car l'eau preſſant continuelle-

renfermée dans ces branches ; mais d'autres égales parties de ce Plan, hors de chaque branche, ſeront inégalement preſſées par les colomnes de liquides qui ſont au-deſſus, quoi qu'elles ſoient d'égale hauteur ; parce qu'une de ces colomnes qui répond au grand vaiſſeau, eſt compoſée de plus d'eau & de moins d'huile, que celle qui répond au plus petit ; la colomne la plus peſante, c'eſt-à-dire celle qui eſt dans le grand vaiſſeau, élevera donc plus fortement l'eau dans la branche qui lui correſpond, que ne fera la colomne la plus legere dans la branche qui plonge dans le petit vaiſſeau : la difference de ces deux preſſions fera couler l'eau par le Syphon du grand vaiſſeau dans le petit. Or cet excès de preſſion qui cauſe l'écoulement, eſt la difference en peſanteur de deux colomnes, l'une d'huile & l'autre d'eau, dont la baſe eſt égale à l'orifice du Syphon, & la hauteur eſt la difference de celles de l'eau dans les deux Gobelets.

ment ſur l'huile dans le petit Gobelet, avec une force plus grande, puiſqu'elle a un pouce de plus, & l'huile de la branche la plus longue réſiſtant plus que celle de l'autre, en vertu d'un pouce de hauteur qu'elle a de plus; cet effet doit néceſſairement s'enſuivre, puiſqu'un pouce d'huile peſe moins qu'un pouce d'eau, & qu'ainſi l'huile de la grande branche eſt plus puiſſamment élevée que celle de la plus courte, par conſéquent l'écoulement doit ſe faire du petit vaiſſeau dans le grand. Par une ſuite de la même explication, ſi le Syphon étoit rempli d'un Fluide de même gravité que l'eau, il ne ſe feroit aucun écoulement, mais tout demeureroit en repos.

Je pourrois maintenant tirer facilement de ces Expériences, les conſéquences qui en ſont l'objet; mais elles ne ſont pas encore aſſez ſenſibles pour m'y arrêter, j'en dirai ſeulement deux mots. Suppoſons donc que l'air ſoit un Fluide peſant, & que la ſurface de la terre en ſoit autant preſſée, que ſi elle

étoit par-tout couverte de vif argent à la hauteur de 29 pouces $\frac{1}{2}$, ou bien d'eau juſqu'à la hauteur de 34 pieds, comme nous prouverons dans la ſuite que cela eſt. Si dans la premiere Expérience (Fig. 7.) nous ſubſtituons l'air à la place de l'Eau, & ſi à la place du Plateau de cuivre appliqué à l'orifice du vaiſſeau de criſtal nous concevons deux marbres polis appliqués ſi exactement l'un contre l'autre, qu'il n'y ait point du tout d'air entre deux, ils doivent néceſſairement être preſſés mutuellement, & reſter attachés; de même dans l'avant derniere Expérience, (Fig. 10.) dans laquelle le vif argent s'eſt élevé dans les deux tuyaux, ſi nous ſubſtituons le corps d'une Pompe à un de ces tuyaux, l'eau d'un puits au vif-argent qui eſt au fond du vaſe, enfin l'air au lieu de l'eau que nous avons verſée ſur le vif argent; pourvû qu'on obſerve d'empêcher l'air d'entrer entre la Pompe & le Piſton, comme nous avons empêché l'eau d'entrer par l'orifice ſupérieur du tuyau; chacun

concevra que l'eau pourra monter dans la Pompe à la hauteur d'environ 34 pieds, par la preſſion de l'air extérieur qui peſe ſur l'eau du puits. La Seringue eſt une petite Pompe, & la Pompe une grande Seringue ; ce qu'on a dit de la Pompe, peut donc s'appliquer à la Seringue : c'eſt la même choſe pour le tuyau de Toricelli, & les Barométres dans leſquels le vif argent ſe tient communément à la hauteur de 29 pouces $\frac{1}{2}$ le poids d'une pareille colomne de vif argent, faiſant équilibre avec une colomne d'eau d'environ 34 pieds.

On voit évidemment, que comme dans notre Expérience le vif-argent monte à la même hauteur dans tous les tuyaux, quoique de diamétres différents, de même auſſi la hauteur des Fluides doit reſter la même dans les Pompes & les Barométres, malgré la difference de leurs ouvertures.

La derniere Expérience convient ſi bien au Syphon, que chacun peut en faire aiſément ſoi-même l'application.

TROISIE'ME LEÇON.

Les Fluides preſſent en raiſon de leur hauteur perpendiculaire, quelque ſoit leur quantité, & la figure des vaiſſeaux qui les contiennent; eſtimation exacte de toutes les eſpéces de preſſions; recherche du centre de preſſion d'un Fluide ſur un Plan quelconque, où l'on démontre qu'il eſt le même que celui de percuſſion.

NOUS allons déterminer à préſent la preſſion qu'un Fluide exerce par ſa peſanteur contre une ſurface quelconque; pour le faire avec ordre, nous commencerons par les cas les plus ſimples & les plus aiſés, d'où nous paſſerons à ceux qui ſont compliqués. Soit, *a b*, *c d*, (Fig. 12.) un vaiſſeau qui contienne un Fluide comme de l'eau, ſoit, *a b*, la ſurface ſupérieure de cette eau, & *c d* le fond du vaſe; la preſſion ſur chacune des parties du fond, comme *g h*, ſera égale au poids d'une colomne d'eau *g h i k*; dont la partie *g h* ſera la baſe, & *g i* ou *h k* la hauteur perpendiculaire

ceci eſt évident, & on peut le prouver par l'abſurdité du contraire.

Car ſi on dit que *g h* ſoutient un plus grand poids que celui de la colomne *g h i k*, l'excès en doit venir des colomnes collatérales *a c g i*, *k h d b*. Par la même raiſon on doit dire que *c g* ſoutient un plus grand poids que celui de la colomne *a c g i*, & *h d* un plus grand auſſi que celui de la colomne *k h d b*. Mais ſi cela eſt vrai, toutes les parties *c g*, *g h*, *h d*, du Plan *c d* ſoutiendront conjointement un effort plus grand que celui de toute l'eau qui eſt dans le vaiſſeau *a b c d* ce qui eſt abſurde; ce ſera la même choſe, ſi on dit que *g h* ſoutient une preſſion moindre que celle qui eſt cauſée par le poids de la colomne *g h i k*. Donc le poids de la colomne qui eſt perpendiculairement au-deſſus du Plan, eſt la meſure de la preſſion que ſoutient ce Plan. Telle eſt celle que ſouffre le Plan *g h* dans le cas dont il s'agit.

Si la figure du vaiſſeau vient à changer, la preſſion ſera toujours la même,

tant que la perpendiculaire entre le Plan *gh* & la ſuperficie de l'eau contenuë dans le vaſe, de quelque figure qu'il ſoit, demeurera exactement la même ; ainſi dans le vaiſſeau *lnghom* (Fig. 13. & 14) dont la figure eſt irréguliere, ſi *lm* eſt la ſurface de l'eau, & ſi la diſtance perpendiculaire entre *gh* & *lm*, ſçavoir *gi* ou *hk* eſt la même que cidevant (Fig. 12.) la preſſion exercée par l'eau du vaiſſeau *lnghom* contre le fond *gh* ſera égale au poids de la colomne d'eau *ghik* (Fig. 12.) quoiqu'il y ait bien moins d'eau dans la Figure 13. & bien davantage dans celui de la Figure 14. La preſſion ne doit donc pas s'eſtimer de la quantité d'eau, mais de ſa hauteur; car ſi la quantité d'eau *lghm* Fig. 13. eſt mille fois moindre que la quantité *ghik* (Fig. 12.) ce qu'on peut bien ſuppoſer, & celle-ci mille fois moindre que la quantité *lghm* Fig. 14. il y aura donc dans ce dernier vaiſſeau un million de fois plus d'eau que dans le premier; néanmoins la preſſion de deux quanti-

tés d'eau si differentes sur un égal fond *g h* sera toujours égale au poids de la colomne perpendiculaire *g h i k*; ce qui peut avec raison passer pour un Paradoxe d'Hydrostatique, mais qu'on peut cependant démontrer, de cette maniere entr'autres.

Concevons chacun de ces vaisseaux placé dans un autre plus large *a b c d*, la pression sur *g h* demeurera toujours la même, soit que nous supposions l'eau *l n g h o m*, contenuë dans son propre vaisseau, ou qu'imaginant ce vaisseau enlevé, nous supposions à sa place l'eau *a c g n l* & *h o m b d*; car on peut concevoir l'eau du petit vase, comme retenuë par celle du grand qui l'environne de tous côtés, comme faisoit le premier vaisseau. Supposons donc à présent tout en repos, il est évident dans ce dernier cas, où nous supposons l'eau environnante *a c g n l* & *h o m b d* servir de vaisseau à l'eau *l n g h o m*, que la pression sur *g h* est égale au poids de toute la colomne *g h i k*, comme il a déja été

prouvé ; donc auſſi dans le premier cas, quand l'eau *lnghom* étoit contenuë dans ſon propre vaiſſeau, ſa preſſion ſur *gh* étoit auſſi égale au poids de la même colomne *ghik*. En raiſonnant de la même maniere, on conclura que l'eau contenuë dans quelque vaiſſeau que ce ſoit de figure irréguliere, comme *lnghom* Figure 15. preſſera le fond avec une force égale au poids de la colomne d'eau qui auroit le même fond pour baſe, & *gi* ou *hk* perpendiculaire entre les deux Plans *gh*, *ik*; pour ſa hauteur.

Si le Plan *gh* eſt incliné à l'horiſon comme dans la Figure 16. la preſſion exercée ſur *gh* par l'eau du vaiſſeau *lnghom*, ou du vaiſſeau *eghf*, ou encore du grand vaiſſeau *acbd* ſera toujours la même, tant que les ſurfaces ſuperieures, *lm*, *ef*, *ab* ſeront dans le même Plan, ou à la même hauteur au-deſſus de *gh*; en un mot, la hauteur du Fluide eſt toujours la meſure de ſa preſſion ſur une baſe donnée, quelle que

ſoit la figure du vaſe & la quantité de Fluide qu'il contient (*a*).

J'entreprendrois bien dès-à-préſent

(*a*) L'Auteur démontroit ainſi cette propoſition. La Fig. 17. repréſente un Syphon renverſé, à branches inégales; il eſt à moitié rempli d'eau, dont la ſurface reſte à niveau dans les deux branches: donc en ſuppoſant le Syphon coupé au fond de la courbure par un Plan, l'eau de chaque branche preſſe ce Plan de part & d'autre avec une force égale & oppoſée, quelle que ſoit la figure des branches & la quantité d'eau qu'elles contiennent; autrement les ſurfaces ne reſteroient pas de niveau.

On a vu ci-deſſus que le Plateau de cuivre (Fig. 7.) qui eſt environ 8 fois plus peſant qu'un pareil volume d'eau, reſtoit appliqué à l'orifice du vaiſſeau intérieur quand il étoit plongé à plus de 8 fois ſon épaiſſeur: Quand donc il eſt ainſi ſuſpendu dans l'Expérience, il faut verſer de l'eau dans le vaiſſeau intérieur & en obſerver la hauteur quand le Plateau ſe ſéparera de l'orifice; ou plutôt obſerver la difference en hauteur entre l'eau des deux vaiſſeaux au moment de cette ſéparation; cette difference ſuivant la Theorie que nous avons établie, doit être environ 8 fois l'épaiſſeur du Plateau. Après cette obſervation, il faut faire entrer à force dans le vaiſſeau intérieur, un morceau de liége, enveloppé d'un cuir mouillé, & l'enfoncer d'un pouce environ, pour qu'il y ait une petite cavité entre lui & le Plateau. Ce liége doit être percé d'un trou à ſon Centre, pour introduire & cimenter un petit Tube de verre d'environ un pied de long, & d'un quart de pouce de Diamétre; on fait paſſer au travers de ce Tube le fil de fer qui ſert à tirer le Plateau: l'ayant donc appliqué à l'orifice du vaiſſeau, & remis dans l'eau, le Plateau ſera ſoutenu comme auparavant. Dans cet état, ſi on verſe peu à peu de l'eau par le Tube juſqu'à ce qu'occupant l'eſpace qui eſt entre le Plateau & le liége, elle s'éleve dans ce Tube à une certaine hauteur, le Plateau tombera dès que cette hauteur ſera celle qu'on aura d'abord obſervée; d'où il ſuit que la preſſion d'une petite quantité de Fluide eſt égale à celle d'une grande quantité ſur la même baſe, quand elles ont une même hauteur.

l'eſtimation des efforts des Fluides contre toute ſorte de Plans, tant perpendiculaires qu'inclinés à l'horiſon ; mais parce que les parties infiniment petites qui compoſent ces Plans, ſouffrent differents efforts, ſuivant que les particules d'eau qui les touchent immédiatement, ſont elles-mêmes differemment preſſées, c'eſt-à-dire, ſelon qu'elles ſont à differentes profondeurs ; d'ailleurs, puiſque tous ces differents efforts pris enſemble, nous font connoître la preſſion totale, nous devons conſidérer avant d'aller plus loin, quelle doit être l'effort que ſoutiendra chacune de ces parties infiniment petites.

Premierement donc, nous conſidérerons que chaque particule d'un Fluide en repos eſt également preſſée de tous côtés par toutes celles qui l'environnent, autrement elle céderoit juſqu'à ce qu'elle fut également preſſée ; étant donc également preſſée de tous côtés, elle doit auſſi par ſa réaction agir avec la même force contre tout ce qui lui eſt contigu,

& cela ſuivant toutes les directions imaginables ; car ſi elle preſſoit moins quelle eſt preſſée, elle obéiroit néceſſairement à la force qu'on ſuppoſe plus grande que la ſienne, & ſi elle preſſoit davantage, elle écarteroit ſes plus foibles antagoniſtes, par cet excès de force ; donc puiſqu'on ſuppoſe toutes choſes en repos, on ne ſçauroit imaginer que cette inégalité de preſſion puiſſe avoir lieu : à préſent nous avons démontré que la preſſion de haut en bas eſt égale au poids de la colomne immédiatement perpendiculaire ; donc la preſſion, ſuivant toute autre direction, eſt auſſi égale au poids de la même colomne perpendiculaire, & puiſque l'action eſt égale à la réaction, cette même particule dont nous parlions tout-à-l'heure, doit agir contre toutes celles qui l'environnent avec la même force, ſçavoir celle qui eſt égale au poids de la colomne immédiatement perpendiculaire. Un Fluide preſſant donc ſuivant toute ſorte de directions, il eſt évident que les preſſions ſuivant toutes ces directions

ſeront égales, ſi les points de contact dans leſquels elles s'exercent ſont à d'égales profondeurs, ce qui étant accordé nous pouvons avancer.

Suppoſons que *abcd* (Fig. 19.) ſoit un vaiſſeau cubique rempli d'eau juſqu'au haut, dont la ſurface ſoit repréſentée par *ab*; pour déterminer la preſſion exercée par le poids de l'eau qu'il contient, contre chacun de ſes côtés comme *ac*; (ce coté, qui eſt un quarré, eſt ici exprimé par une ligne droite pour éviter la confuſion) la meſure de la preſſion ſur chaque point phyſique de ce quarré, ou comme on le repréſente ici, ſur chaque point de la Ligne *ac*, eſt la hauteur de l'eau au-deſſus de ce point, ainſi la preſſion ſur *l* eſt exprimée par *al*, la preſſion ſur *m* par *am*, ſur *n* par *an*, ſur *c* par *ac*, & ainſi de tout autre point de la Ligne *ac*: donc la preſſion ſur toute la Ligne ou ſur tous ſes points, ſera meſurée par la ſomme de toutes les hauteurs *al*, *am*, *an*, *ac*, ſelon qu'il y aura de points dans la Ligne *ac*; à préſent cette ſomme

peut s'eſtimer en menant du point *l*, la perpendiculaire *lo* égale à *al*; du point *m*, la perpendiculaire *mp* égale à *am*; du point *n*, la perpendiculaire *ng* égale *an*; enfin du point *c*, *cd* égale à *ac*.

Or il eſt évident que la ſomme de *al*, *am*, *an*, *ac*, &c. doit être égale à la ſomme des perpendiculaires *lo*, *mp*, *nq*, *cd*; & ſi de chaque point intermédiaire entre *a* & *l*, on conçoit des perpendiculaires menées de la même maniere, la ſomme de toutes ces perpendiculaires ſera la meſure entiere des preſſions ſur *ac*: mais la ſomme de toutes ces perpendiculaires eſt égale à la ſurface du triangle *acd*: donc la ſurface de ce triangle *acd* eſt la meſure de toutes les preſſions ſur la Ligne *ac*. Maintenant la Ligne *ac* repréſentant un quarré, le triangle *acd* repréſentera un priſme, dont ce même triangle eſt la baſe & le côté du quarré la hauteur; le poids de ce priſme d'eau eſt donc la meſure de la preſſion exercée contre le quarré ou côté du Cube; or ce priſme eſt la moitié du Cube,

comme on ſçait par les élémens d'Euclide : donc la preſſion exercée contre ce quarré eſt égale au poids de la moitié de l'eau contenuë dans le vaiſſeau Cubique : Il y a quatre pareils côtés dans le Cube, outre le fond & la ſuperficie, & chacun de ces quatre côtés ſoutient une ſemblable preſſion : donc tous enſemble ſoutiennent quatre fois la moitié, c'eſt-à-dire deux fois le poids de toute l'eau contenuë dans le vaiſſeau : & le fond, ſuivant ce que nous avons déja démontré, ſoutient lui-même la preſſion entiere de l'eau ; donc le fond & les côtés d'un vaiſſeau Cubique rempli d'eau, ſupportent enſemble un effort égal à trois fois la peſanteur de l'eau contenuë dans ce vaiſſeau. J'ai tâché de rendre la choſe auſſi aiſée, que j'ai cru que la nature de la matiere le pouvoit permettre ; cependant comme l'endroit de cette démonſtration où j'ai dit que le Triangle *acd* repréſentoit un priſme, quand la Ligne *ac* repréſente un quarré, pourroit paroître obſcur, je vais tâcher de l'éclaircir.

Soit donc *acfe* (Figure 20.) le côté quarré du vaiſſeau, & *cdgf* le fond quarré du même vaiſſeau. Nous avons prouvé que la preſſion ſur la Ligne *ac* étoit exprimée par le triangle *acd*: en raiſonnant de même, on prouvera que la preſſion ſur la Ligne *ef* ſera évaluée par le triangle *efg*, & la preſſion ſur un autre côté quelconque *hi* paralléle aux deux autres, & ſitué entre deux, ſera meſurée par le triangle *hik*: Or ſi nous imaginons le quarré *acfe* compoſé d'une infinité de ſemblables lignes *hi*, la preſſion ſur tout le quarré ſera exprimée par une infinité de triangles ſemblables *hik*; à préſent la ſomme de tous ces triangles compoſe le priſme *aegdcf*, & ce priſme eſt la moitié de tout le Cube, comme *acd* eſt la moitié du quarré *acdb*. Si le Plan *acfe* au lieu d'être un quarré, eſt un parallélogramme rectangle, dont le côté *ae* ſeroit plus long ou plus court que *ac*, il ſuivra de ces principes, que la preſſion que ſoutiendra ce côté, ſera égale au poids d'un priſme d'eau qui auroit

le triangle *acd*, pour baſe & le côté *ae* pour hauteur.

Je n'ai parlé juſqu'ici que des Plans perpendiculaires ou paralléles à l'horiſon ; il ne ſera pas difficile d'appliquer ce que j'en viens de dire, à ceux qui lui ſont inclinés. Qu'*ac* repréſente donc (Figure 21.) un Plan oblique quelconque, & *ab* la ſurface de l'eau qui peſe ſur ce Plan ; la meſure de la preſſion ſur le point *b* eſt *ls*, hauteur perpendiculaire de l'eau au-deſſus de ce point : de même *fm*, eſt la meſure de la preſſion ſur le point *m*, *vn* ſur *n*, *xc* ſur le point *c* ; & imaginant la même choſe de tous les points de la Ligne *ac*, la ſomme de toutes ces perpendiculaires qui eſt le triangle *acr*, ſera la meſure de la preſſion ſur toute la ligne *ac* ; or ſi cette Ligne repréſente un parallélogramme, comme ci-devant, le triangle deviendra un priſme & le poids d'un pareil priſme d'eau, dont Euclide enſeigne les dimenſions, ſera ce que ſoutiendra le parallélogramme, ou Plan oblique.

J'ai ſuppoſé juſqu'à préſent que la Ligne *ca*, ou le parallélogramme quelle repréſente, ſe rencontre avec la ſurface de l'eau en *a*, ſi cela n'arrivoit pas, & que la partie la plus élevée de la Ligne, ou parallélogramme, fût encore à quelque diſtance de la ſurface de l'eau, le calcul en ſeroit toujours aſſez facile. Soit *mc* (Figure 21.) la Ligne ou le parallélogramme propoſé, la preſſion ſur cette Ligne *mc* ſera meſurée par le Trapeze ou Figure à quatre côtés *mcrp*, & la preſſion ſur le parallélogramme que cette Ligne repréſente, ſera exprimée par un priſme qui auroit ce Trapeze pour baſe, & l'autre côté du parallélogramme, qu'on ſuppoſe paralléle à la ſurface de l'eau, pour ſa hauteur.

Vous pouvez concevoir par ce que je viens de dire ſur ce petit nombre d'exemples, que la preſſion exercée contre un Plan de quelque Figure & dans quelque ſituation qu'il ſoit, eſt toujours égale au poids d'un ſolide d'eau, formé par les perpendiculaires élevées ſur cha-

que point du Plan proposé, & égales aux distances respectives de ces points à la superficie de l'eau. Car ces perpendiculaires étant la mesure de la pression sur les points sur qui elles sont élevées, leur somme ou le solide qu'elles formeront, sera égale à la somme des pressions sur tous les points, c'est-à-dire, à la pression sur tout le Plan.

Nous pouvons encore exprimer la même chose plus généralement, tant pour les surfaces courbes que pour les planes, en cette sorte : *La pression d'un Fluide sur un Plan, est égale à la somme des produits de chaque infiniment petite partie de ce Plan, par sa distance à la superficie du Fluide* ; car la pression sur chacune de ces parties, est égale au poids d'une colomne qui auroit cette particule pour base, & sa distance a la surface du Fluide pour hauteur ; or pour peu qu'on soit Geométre, on voit évidemment que ces colomnes se mesurent en multipliant la base par la hauteur ; donc la somme des produits de toutes ces particules ou bases,

par leur hauteur ou distances respectives de la surface du Fluide, est égale à la somme des colomnes qui pesent sur chaque particule, & partant au solide qui presse par son poids toute la surface proposée.

Reste à présent à connoître la somme de tous ces produits, or c'est un problême qui n'est souvent pas aisé. *Stevin*, dans son Hydrostatique, la résolu seulement dans quelques cas, encore ne se rapportent-ils qu'aux surfaces planes & régulieres; cependant c'est lui qui a avancé le plus loin dans cette recherche. Voici pour le résoudre une formule générale, aussi facile & aussi expeditive qu'on la puisse desirer : *La pression sur une surface de Figure & de situation quelconque, est égale au poids d'un solide d'eau produit, en multipliant sa surface par l'abaissement de son centre de gravité au-dessous de la superficie de l'eau.*

Ceux qui ne sçavent pas de *statique*, & qui ne connoissent pas la propriété du centre de gravité, n'entendront peut-être pas la démonstration de cette for-

mule, je la donnerai cependant en faveur de ceux qui pourront l'entendre : les autres ſuppoſant une vérité qui eſt démontrée par tous les Mechaniciens, ſeront pleinement ſatisfaits quand ils entendront le Theorême ſuivant, qui eſt fondé ſur cette propriété.

Si chaque partie infiniment petite d'une ou pluſieurs ſurfaces, eſt reſpectivement multipliée par ſa diſtance perpendiculaire d'un Plan donné quelconque, la ſomme de tous les produits ſera égale à celui de la ſurface entiere, ou de toutes enſembles, s'il y en a pluſieurs, par la diſtance perpendiculaire du centre de gravité de cette ſurface, ou du centre commun de gravité de toutes les ſurfaces, au Plan propoſé (*a*).

(*a*) Fig. 22. ſoient a,b,c,d un nombre de grandeurs qui repréſentent autant de poids ſuſpendus à leur centre de gravité a,b,c,d par les cordes ao,bo,co,do attachées au Plan horiſontal $oooo$; ſoit z leur centre commun de gravité, & zo, ſa diſtance perpendiculaire au Plan ; je dis que $a \times ao + b \times bo + c \times co + d \times do = a + b + c + d \times zo$.

Car ſoit x le centre commun de gravité des poids a & b, & ſoit tirée xo paralléle aux autres ; que am & bn lui ſoient perpendiculaires. A cauſe des triangles ſemblables, on aura $mx : nx :: (xa : xb ::) b : a$ par

Prenant à préſent la ſuperficie de l'eau pour la ſurface à laquelle nous allons rapporter les infiniment petites parties du Plan contre lequel ſe fait l'effort du

la propriété du centre de gravité ; d'où on tire $a \times mx = b \times nx$, ou bien $a \times mo - xo = b \times xo - no$, ou bien encore $a \times mo - a \times xo = b \times xo - b \times no$; d'où on tire enfin $a \times mo + b \times no = a + b \times xo$; ce qu'il falloit démontrer dans le cas le plus ſimple de la propoſition.

Or ſoit à préſent le poids $x = a + b$ ſuſpendu par la corde xo dans le centre commun de gravité de a & de b, & pareillement le poids $y = x + c$ dans le centre commun de gravité de x & de c, enfin le poids $z = y + d$ dans le centre commun de gravité de y & de d, donc z eſt le centre de gravité commun des poids a, b, c, d propoſés d'abord.

Par conſéquent, par ce qui a été prouvé dans le premier cas, nous avons $a \times ao + b \times bo = x \times xo$, & pareillement $x \times xo + c \times co = y \times yo$, & de même $y \times yo + d \times do = z \times zo$; & enfin $a \times ao + b \times bo + c \times co + d \times do = (z \times zo) \overline{a + b + c + d} \times zo$, ce qu'il falloit démontrer.

D'où il ſuit, que ſi on conſidere une ou pluſieurs ſurfaces quelconques, comme également peſante dans chacune de leurs parties, & comme diviſées en une infinité de petites parties, ſuſpendues par des lignes tirées perpendiculairement de leur centre de gravité, à un Plan horiſontal ; il eſt évident qu'en multipliant chaque partie par ſa perpendiculaire, la ſomme de tous ces produits ſera égale à celui de toute la ſurface multipliée par la perpendiculaire tirée de ſon centre de gravité au même Plan, & que cette égalité ſubſiſtera toujours, tant que ces lignes ſeront perpendiculaires à un Plan quelconque, quand même il ne ſeroit pas paralléle à l'horiſon.

Fluide : puiſqu'on a déja fait voir que la preſſion contre ce Plan eſt égale au poids d'un ſolide d'eau, auſſi grand que la ſomme des produits de chaque partie infiniment petite par ſa diſtance perpendiculaire, & que cette ſomme des produits, par le Theorême que je viens de rapporter, eſt exactement égale à celui de toute la ſurface, ou ſomme des ſurfaces, multipliée par la diſtance perpendiculaire de leur centre commun de gravité à la ſuperficie de l'eau ; il eſt manifeſte que le même produit eſt la quantité d'eau dont la peſanteur cauſe la preſſion cherchée ; la même regle ſe pourroit encore démontrer autrement, mais j'ai choiſi cette méthode comme la plus convenable & la plus facile.

Stevin s'eſt encore propoſé un autre problême ; ſçavoir, de déterminer le centre de preſſion ſur un Plan propoſé ; on entend par ce centre un point tel, que ſi on y réuniſſoit toute la preſſion, l'effort que ce Plan ſoutiendroit, ſeroit préciſément le même, que lorſque la

preſſion eſt inégalement diſtribuée dans toute ſon étendue, comme on l'a ſuppoſé juſqu'ici. Nous pouvons dire autrement, que c'eſt le point auquel nous concevons toute la preſſion réunie ; ou bien encore que c'eſt un point, auquel ſi on appliquoit une force égale & oppoſée à la preſſion, tout demeureroit en équilibre, & ces deux forces ſe ſoutiendroient mutuellement.

Ainſi, ſi *abcd* Fig. 23. repréſente un vaiſſeau plein d'eau, & dont le côté *ac* eſt preſſé par une force de 20. liv. d'eau : nous avons vû que cette force eſt inégalement diſtribuée ſur *ac*, que les parties proche de *a* ſont moins preſſées que les parties proche de *c*, qui ſont à une plus grande profondeur, & par conſéquent que les efforts de toutes les preſſions ſont réunis dans quelque point *z* plus proche de *c*, que de *a* ; or c'eſt ce point *z* qu'on appelle le Centre de preſſion : Si donc on applique à ce point une force égale à un poids de 20. liv. le Plan ſera affecté de même, que lorſque

la preſſion eſt inégalement diſtribuée dans toute ſon étenduë ; & ſi nous appliquons la même force au même point, mais dans une direction contraire, elle contrebalancera la preſſion de l'eau, & leurs effets ſe détruiront mutuellement. Suppoſons une corde $zp\omega$ fixée en z qui paſſant ſur la poulie p, eſt attachée à un poids ω de 20. liv. de maniere que la partie zp de la corde ſoit perpendiculaire à ac, & que l'effort du poids ω ſoit égal, & ſa direction contraire à la preſſion de l'eau ; ſi z eſt le centre de preſſion, ces deux puiſſances ſeront en équilibre, & leurs efforts ſe détruiront mutuellement.

On ſeroit ſans doute curieux d'avoir une méthode générale pour trouver ce centre de preſſion dans toute ſorte de cas ; nous ne pouvons pas attendre là-deſſus de grandes lumieres de *Stevin*, il n'en a réſolu qu'un petit nombre, & même des plus aiſés, laiſſant à ſon Lecteur le ſoin d'appliquer ſa méthode dans d'autres circonſtances ; mais ceux qui le vou-

dront faire, trouveront à ce que je crois plus de difficultés qu'ils ne s'y attendent. Cette raison m'a engagé à chercher la formule générale que je donne ici.

Si on prolonge un Plan proposé, jusqu'à ce qu'il rencontre la superficie de l'eau aussi prolongée s'il est nécessaire, & qu'on regarde la commune section comme l'Axe de suspension du Plan ; le centre d'oscillation ou de percussion de ce Plan, qu'on imagine tourner autour de l'Axe, sera le centre de pression cherché.

Si donc *ac* Fig. 24. représente le Plan proposé, lequel soit prolongé jusqu'à ce qu'il coupe le Plan *gh* en *d* ; on prend *d* pour l'Axe de suspension du Plan *ac*, le centre de percussion du Plan *ac*, tournant autour de *d*, sera aussi le centre de pression ; car si les forces percussives de chaque point du Plan, sont comme les pressions exercées sur ces points, le centre de percussion doit nécessairement être le même que celui de pression ; or cette force de percussion est par tout la

même, que celle de la preſſion de l'eau : voici comme je le prouve. La force percuſſive de chaque point comme *b*, eſt comme la viteſſe de ce point *b*, & cette viteſſe eſt comme la diſtance *bd*, à l'Axe du mouvement : de même la force percuſſive de *a*, eſt comme *ad*, celle de *c*, comme *cd*. Puis donc que les forces percuſſives des points *a*, *b*, *c* ſont comme les Lignes *ad*, *bd*, *cd*, & que ces Lignes ſont comme *ea*, *fb*, *gc*, perpendiculaires à la ſurface de l'eau ; enfin, que ces perpendiculaires ſont comme les preſſions ſur *a*, *b*, *c*, il ſuit que les forces percuſſives, prenant *d* pour l'Axe de ſuſpenſion ou de mouvement, ſont reſpectivement comme les preſſions de l'eau ſur les mêmes points. Donc le centre de percuſſion ou celui d'oſcillation, eſt le même que celui de preſſion.

Les Geométres modernes excités par la belle invention des horloges à pendule, ſe ſont beaucoup appliqués à déterminer exactement le centre d'oſcillation ; les

regles qu'ils nous ont laiſſé là-deſſus ſont faciles, & ils les ont ſouvent appliquées. Ayant donc fait voir comment on peut ſe ſervir du centre d'oſcillation, pour déterminer le centre de preſſion, je crois avoir ſuffiſamment rempli les vûes que je m'étois propoſées ; cependant pour une plus grande évidence, j'ajouterai quelques exemples.

Soit propoſé de trouver l'effort que ſupporte un Plongeur, quand le centre de gravité de la ſurface de tout ſon corps eſt à la profondeur de 32 pieds. La ſurface d'un homme de moyenne taille eſt d'environ 10 pieds quarrés, & en multipliant 32, la profondeur du centre de cette ſurface, par 10, ſuperficie de tout le corps ; on aura par la regle précedente 32 fois dix pieds cubiques pour le ſolide d'eau, dont la peſanteur preſſe le Plongeur : Or un pied cubique d'eau par pluſieurs Expériences, peſe 1000 onces, de la livre *aver du poids* ; donc 32×10 ou 16×20, fera $16 \times 20\,000$ onces, c'eſt-à-dire 20 000 liv. *aver du poids*

poids, que soutient le Plongeur à trente-deux pieds de profondeur.

Soit encore, Fig. 25. le parallélogramme rectangle *abcd*, représentant un mur, un batardeau, la digue d'un étang, ou tout autre onvrage de maçonnerie perperdiculaire à l'horison, & fait pour contenir de l'eau, dont *ab* soit la surface; qu'*ab* soit de 20 pieds, *ac* de 12, enfin soit *k* le centre de gravité du Plan: la profondeur de ce centre sera égale à la moitié de *gh*, ou à la moitié de *ac*, c'est-à-dire de 6 pieds; on détermine l'aire de ce Plan en multipliant $ab \times ac$, c'est-à-dire 12×20 ce qui fait 240 pieds quarrés; multipliant cette aire 240, suivant notre regle, par *gk*, qui est de 6 pieds, le produit, 1440 pieds cubiques d'eau, dont chacun pese mille onces, c'est-à-dire 90000 livres, est l'effort que soutient le mur ou la digue *abcd*.

Pour trouver le centre de pression, il faut prendre la Ligne *ab* commune section de la digue & de la superficie de l'eau, pour l'Axe de suspension du

Plan *abcd*; or par les découvertes de Mrs *Huyghens*, *Wallis*, & autres Geométres, le centre d'oſcillation z de ce Plan, ſera dans la Ligne *gh* qui le coupe en deux, & eſt paralléle à *ac*, ou à *bd*, & la Ligne *gz* ſera les deux tiers de *gh*, c'eſt-à-dire de 8 pieds; ce même point z eſt auſſi le centre de preſſion, comme nous venons de le prouver tout-à-l'heure.

QUATRIE'ME LEÇON.

Des corps qui ſurnagent ou qui s'enfoncent dans les liquides; examen de leur peſanteur & legereté relatives, leurs differentes ſituations; Phœnomene des bulles de verre.

NOUS allons conſiderer aujourd'hui les corps qui ſurnagent ou qui s'enfoncent dans les liquides: nous examinerons leur peſanteur & leur legereté relatives, leurs différentes poſitions & ſituations. Cette recherche eſt le ſujet d'un Ouvrage, intitulé: *De inſidentibus in humido*,

composé par *Archimedes*, dont l'Original Grec a été perdu, & la Traduction Latine nous a été conservée.

J'aurois voulu vous faire un extrait de ce qu'il a enseigné, avec quelques additions; mais parce que les dernieres propositions de son premier livre nous démontrent quelle situation doit affecter une portion de Sphére flottante, & que tout le second livre, excepté la premiere proposition, est uniquement employé à déterminer la même chose pour un Conoïde parabolique (qui est un solide formé par la révolution d'une parabole autour de son axe); je me contenterai de vous enseigner les fondements sur lesquels ces Theorémes sont établis, & d'en faire en passant l'application à quelque solide : cette matiere convenant mieux à la Geométrie, qu'à l'Hydrostatique.

Nous avons vû que les Fluides pressent en tout sens les Corps qu'ils environnent, mais cette pression n'est pas la même sur toutes les parties d'un corps; car

la hauteur du Fluide eſt par tout la meſure de cette preſſion, & les parties d'un même corps étant à différentes profondeurs, doivent être différemment affectées : cherchons donc laquelle de ces preſſions eſt la plus conſidérable.

Il eſt évident que les preſſions latérales ſont en équilibre, & par conſéquent égales entr'elles, puiſqu'elles ſont produites par des colomnes de Fluides d'égale hauteur, & que leurs directions ſont oppoſées : donc elles ne peuvent point déterminer le corps à ſe mouvoir ; mais les parties du Fluide qui ſont à la ſurface inférieure de ce corps plongé, ont par-deſſus elles une plus grande hauteur, & par conſéquent plus de force que celles qui s'appuyent ſeulement ſur ſa ſurface ſupérieure ; donc le corps doit être plus fortement élevé par la premiere de ces deux puiſſances, qu'abaiſſé par la ſeconde, & il paroît qu'il devroit monter par l'excès de cette force, s'il étoit ſans peſanteur.

On conçoit aiſément que cet excès

de force, n'eſt autre choſe que le poids d'un volume de Fluide dont le corps occupe la place ; ou bien encore que c'eſt la différence en peſanteur, de deux colomnes, qui ont pour baſes les ſurfaces ſupérieures & inférieures du corps plongé, & dont les hauteurs ſont les diſtances reſpectives de ces mêmes ſurfaces à la ſuperficie du Fluide.

On a dit, que ſi les Fluides peſoient véritablement *en eux-mêmes*, ils devroient précipiter au fond tous les corps qu'on y plonge, au lieu qu'on voit arriver tous les jours le contraire dans ceux qui ſont ſpécifiquement plus legers que le Fluide, dans lequel on les enfonce : ceux qui ont fait cette Objection, auroient dû en même-temps conſidérer, que ſi les ſurfaces ſupérieures des corps ſont pouſſées vers le fond par la peſanteur du Fluide, les parties inférieures le ſont davantage vers le haut, & que par conſéquent, en faiſant abſtraction de la peſanteur du corps ſolide, il doit continuellement monter ; mais en conſidérant cette peſanteur, nous

allons examiner ce qui en arrivera. Puiſque tous les corps tendent à deſcendre par la force de leur peſanteur, & à monter par le poids d'un égal volume du Fluide dans lequel ils ſont plongés : ſi le poids du ſolide eſt plus grand que celui d'un pareil volume du Fluide, ce corps doit deſcendre avec une force égale à la différence entre ces deux poids, & monter avec une force égale à une pareille différence, s'il eſt moins peſant qu'un pareil volume du Fluide dans lequel il eſt plongé.

Ainſi donc, les corps montent ou deſcendent ſuivant qu'ils ſont ſpécifiquement plus peſants ou plus legers, que les Fluides dans leſquels on les enfonce.

Voici encore une autre maniere de démontrer la même vérité. En quelque endroit du Fluide qu'on ſuppoſe le corps plongé : imaginons qu'il paſſe par ſa ſurface inférieure un Plan paralléle à l'horizon : or il a été prouvé que ce Fluide ne peut arranger ſes parties, ni qu'elles ne peuvent reſter en repos, à moins que

chaque égale portion du Plan horiſontal n'en ſoit également preſſée ; ſi donc le corps peſe autant qu'un égal volume du Fluide dont il occupe la Place, la partie du Plan imaginaire qui eſt directement au-deſſous, ſera autant preſſée par le Fluide & le corps tout enſemble, que le ſera toute autre égale partie du même Plan, par le Fluide qui eſt au-deſſus d'elle. On ne peut donc point aſſigner ici de raiſon, pourquoi le corps ſe détermineroit à monter ou à deſcendre ; d'où l'on voit qu'il doit reſter dans l'endroit où on l'aura mis ; ſi le corps eſt plus peſant qu'un pareil volume du même Fluide, la partie du Plan imaginaire qui eſt au-deſſous ſera plus preſſée qu'une ſemblable, par l'excès de la peſanteur du corps ſur celle d'un pareil volume de Fluide ; cette partie doit donc ceder, & le corps doit deſcendre avec une force égale à cet excès. En raiſonnant de la même maniere, on peut appercevoir que ſi le corps eſt plus leger qu'un pareil volume du Fluide, il ſera ſoulevé par la partie du Plan

qui eſt deſſous lui, avec une force égale à la différence entre ſa peſanteur & celle d'un pareil volume du Fluide; & qu'il doit continuer à monter, juſqu'à ce que la partie du Plan imaginaire, (qu'on conçoit ſe mouvoir avec lui & toucher continuellement ſa ſurface inférieure,) ſoit autant preſſée par-deſſus que par-deſſous; c'eſt-à-dire, juſqu'à ce que le corps ſoit aſſez élevé au-deſſus de la ſurface du Fluide, pour que le poids du volume de ce Fluide, dont la partie qui reſte plongée occupe la place, ſoit égal à celui de tout le corps. Ainſi donc, la partie plongée ſera au tout, comme la peſanteur ſpécifique du ſolide, eſt à la peſanteur ſpecifique du Fluide (*a*).

(*a*) L'Auteur confirmoit ſes démonſtrations par les Expériences ſuivantes.

Pour découvrir avec quelle force un corps deſcend dans un Fluide, il ſe ſervoit d'une petite bouteille bouchée par le haut, dans laquelle il avoit auparavant introduit aſſez de menu plomb pour la faire aller à fond, & qu'on pouvoit ſuſpendre par le moyen d'un crin, au fleau d'une balance. Pour trouver le poids d'un volume d'eau égal à celui de la bouteille conſiderée comme ſolide, il la faiſoit d'abord entrer dans un verre fort étroit, & verſoit pardeſſus aſſez d'eau, pour ne faire que la couvrir: enſuite il la retiroit, & peſoit le verre & l'eau qu'il contenoit. L'ayant placé ſur une table horiſontale, & y ayant remis la bouteille, il coloit

Si on met dans un vaiſſeau deux Fluides de différente peſanteur, & incapables de ſe mêler l'un avec l'autre ; qu'on y enfonce un ſolide d'une peſanteur moyenne, entre celle de ces deux Fluides : il ne pourra jamais reſter entiérement plongé dans un des deux, & ne ceſſera de s'y mouvoir juſqu'à ce qu'il ſoit partie dans l'un, partie dans l'autre, enſorte que le poids du volume des deux Fluides dont il occupe la place, ſoit égal au ſien.

un morceau de papier vis-à-vis l'endroit du verre où ſe terminoit la ſurface de l'eau, enſorte que le bord du papier parut préciſément dans le même Plan, & ſe confondre avec la ſurface de l'eau. Alors retirant la bouteille, il verſoit de l'eau dans le verre juſqu'à ce que ſa ſurface fût auſſi élevée que le bord du papier, comme on vient de dire ; le volume de cette eau étoit donc égal à celui de la bouteille : il trouvoit ſon poids en repeſant le verre, & en mettant un ſecond poids capable de faire équilibre avec cette eau ajoûtée. Enfin plongeant la bouteille dans l'eau par le moyen d'un crin attaché au fleau de la balance, & tirant de l'autre baſſin le poids du volume d'eau égal à celui de la bouteille, & n'y laiſſant que l'excès du poids de la bouteille pardeſſus celui de cet égal volume d'eau, la balance demeuroit en équilibre ; ce poids étoit donc la juſte meſure de la force avec laquelle la bouteille s'enfonçoit.

La force avec laquelle s'éleve une bulle de verre mince, ou quelque autre corps plus leger que l'eau, peut ſe déterminer par le moyen d'une balance renverſée miſe au fond d'une cuvette, (comme la Figure 16. repréſente) car ayant trouvé le poids du volume d'eau égal à celui de cette bulle de verre, (en la plongeant entiérement dans l'eau

Si on vouloit ſçavoir dans quelle proportion ſeroient les parties plongées dans chacun de ces Fluides, c'eſt-àdire, dans quelle raiſon leur commune ſurface diviſeroit le ſolide ; on trouveroit, que la partie contenuë dans le Fluide plus peſant, ſeroit à la partie contenuë dans le plus leger, comme la différence en poids entre le ſolide & un égal volume du plus leger, eſt à la différence auſſi en poids entre le ſolide & un égal volume du plus peſant : ou bien que la partie plongée dans le plus peſant, ſeroit au tout, comme la différence en poids du ſolide &

dans un verre étroit, comme on a fait tout-à-l'heure) auſſi bien que l'excès du poids de ce volume d'eau pardeſſus celui de la bulle ; ſi l'on attache cette bulle par un crin au bras de la balance renverſée, & qu'on joigne l'autre bras à celui d'une balance ordinaire, par le moyen d'un ſemblable crin : qu'on mette enſuite dans le baſſin de cette ſeconde balance l'excès du poids qu'on vient de trouver, il y aura équilibre, & cet excès ſera la force avec laquelle la bulle tend à s'élever au-deſſus de la ſurface de l'eau.

Pour prouver qu'une quantité de Fluide égale en volume à la partie plongée d'un ſolide qui flotte, peſe préciſément autant que le ſolide tout entier, il faut peſer un grand verre preſque plein d'eau, & faiſant enſuite nager dedans un Gobelet plus petit, on marquera à l'extérieur du grand vaſe, l'endroit où la ſurface de l'eau ſe ſera élevée ; retirant enſuite le petit verre, & remettant de l'eau dans le grand vaſe juſqu'à ce que ſa ſurface ſoit vis-à-vis la marque, on repeſera le tout ; alors le petit verre ajoûté dans l'autre baſſin aux poids qui y étoient déja, rétablira l'équilibre.

d'un égal volume du Fluide plus leger, eſt à une pareille différence entre des volumes égaux des deux Fluides (*a*).

D'où on peut corriger (ſi l'on veut une exactitude ſcrupuleuſe) la petite erreur qui ſe trouve dans la regle d'*Archimedes*, qui dit, que *la partie plongée d'un corps ſolide eſt toujours au tout, comme la gravité ſpécifique du ſolide eſt à celle du Fluide :* Car puiſque l'air eſt un Fluide peſant, quoiqu'il le ſoit moins qu'aucun autre, néanmoins en s'appuyant ſur la partie ſupérieure du ſolide, il le fait enfoncer un peu plus profondément, que s'il n'y avoit pas d'air, comme la regle d'*Ar-*

(*a*) DEMONSTRATION. Soient A & B les parties du ſolide $A+B$ contenuës dans chacun des deux Fluides (Fig. 27.) ſoient auſſi les peſanteurs ſpécifiques de ces deux Fluides, comme a & b; donc puiſque la gravité abſoluë ou le poids de chaque corps, eſt compoſée de ſa grandeur & de ſa gravité ſpécifique, le poids de la quantité du Fluide plus peſant de même volume que la partie A, ſera aA, & celui de la quantité du Fluide plus leger du même volume que la partie B, ſera bB, dont la ſomme eſt $aA+bB = c \times \overline{A+B}$, ſuppoſant que c eſt la gravité ſpécifique du ſolide $A+B$; d'où on tire $aA-cA = cB-bB$, & par conſéquent $A:B::c-b:a-c$, & en ajoûtant, $A:A+B::c-b:a-b$.

chimedes le ſuppoſe. Tenant donc compte de cette preſſion de l'air, nous pouvons ainſi rectifier la proportion d'*Archimedes*, en diſant, la partie plongée eſt au tout comme la différence en poids entre le ſolide, & un égal volume d'air eſt à la différence auſſi en poids entre un égal volume du Fluide, & ce même volume d'air. En comparant ces deux regles enſemble, on trouve que la différence ne vaut pas la peine de s'y arrêter ; nous pouvons donc nous ſervir de l'ancienne, avec sûreté & ſans aucun ſcrupule.

Il réſulte de tout ce que je viens de dire, que ſi un corps ſolide eſt plongé dans un Fluide ſpécifiquement plus leger, il s'enfoncera juſqu'à ce qu'il arrive au fond, & que la force avec laquelle il deſcendra, ſera égale à la différence entre ſon poids & celui d'un pareil volume de ce Fluide ; ſi ce Corps eſt ſpécifiquement plus leger que le Fluide, il s'élevera conſtamment, juſqu'à ce que ſa ſurface ſupérieure ſoit aſſez au-deſſus de celle de l'eau, pour que ſon poids abſolu

ſoit égal à celui du volume d'eau, dont la partie plongée occupe la place : & la force avec laquelle il s'élevera, ſera égale à la difference en poids entre le ſolide & ſon égal volume de Fluide.

Si un Corps eſt plongé dans deux Fluides contigus & de différentes peſanteurs, enſorte que celle de ce Corps ſoit moyenne entre celle des deux Fluides, il ſera porté vers leur commune ſurface, & reſtera dans une poſition telle que les parties des deux Fluides dont il occupe la place, peſeront autant que tout le ſolide. Enfin, ſi un Corps eſt auſſi peſant que le Fluide dans lequel on le plonge, il reſtera dans l'endroit où on l'aura mis d'abord.

On voit ici clairement, la raiſon pourquoi on tire avec tant de facilité un ſeau d'eau dans un puits, & qu'on ne s'apperçoit de ſon poids que quand il eſt arrivé à la ſurface de l'eau. Par la même raiſon un ſeau plein de cire, qui eſt preſque auſſi peſante, ne ſeroit pas plus difficile à tirer, tant qu'il ſeroit ſous l'eau : or on ne

peut pas dire ici que la cire ſoit dans ſon propre élément, & par conſéquent qu'elle ne peut pas peſer.

Les Corps conſervent à la vérité toute leur peſanteur quand ils ſont plongés dans un Fluide, mais l'effet de cette peſanteur eſt détruit par la preſſion du Fluide, quelquefois en partie, & quelquefois entiérement, ſuivant que leur peſanteur eſt plus grande, égale, ou moindre, que celle d'un pareil volume de Fluide, qui eſt la meſure de la force qui s'oppoſe à leur deſcente.

On peut dire que la gravité des Corps plongés dans les Fluides, eſt de deux eſpéces; l'une véritable & abſoluë, l'autre relative & apparente ſeulement. La gravité *abſoluë* eſt toute la force avec laquelle un Corps tend au centre de la terre; la *relative* eſt ſeulement l'excès de gravité, par lequel un Corps a plus de tendence vers ce centre, que le Fluide qui l'environne. Les parties des Fluides & de tous les autres Corps peſent *en elles-mêmes*, ſi l'on entend la gravité dans la

premier ſens : mais dans le dernier, les Fluides ne peſent point *en eux-mêmes*, c'eſt-à-dire, qu'étant comparés enſemble, aucune partie ne l'emporte ſur les autres : car détruiſant mutuellement leurs efforts, elles reſtent en la même place comme ſi elles étoient ſans peſanteur : ainſi les Corps qui deſcendent ou montent dans l'eau par leur gravité, plus grande ou moindre que celle d'un égal volume d'eau, peuvent être cenſés avoir de la peſanteur ou de la legereté, & cette peſanteur ou legereté relative, eſt préciſément l'excès ou le ſupplément, dont leur véritable peſanteur ſurpaſſe, ou eſt ſurpaſſée par celle de l'eau. Mais ſi la peſanteur de ces Corps n'excede pas celle de l'eau pour les faire deſcendre au fond, & qu'en même-temps celle de l'eau ne ſoit pas capable de les élever au-deſſus de ſa ſurface, on aura beau augmenter leur peſanteur réelle ou abſoluë, ils paroîtront toujours ne pas peſer dans l'eau.

Nous pouvons encore ici réſoudre une

difficulté qu'on fait quelquefois contre la pesanteur des Fluides *en eux-mêmes:* si les Fluides, a-t'on dit, pesent dans leur *lieu naturel* un Corps plongé à différentes profondeurs, doit être d'autant plus pesant, qu'il est pressé par de plus grandes colomnes du même Fluide, ce qu'on ne voit pas arriver dans l'Expérience. Nous pouvons répondre qu'il y a, & doit y avoir par-tout le même poids relatif, quoi qu'à différentes profondeurs le Corps soit pressé par des colomnes de Fluides de différentes hauteurs; car son poids absolu doit être par-tout le même, & le poids relatif est l'excès du poids absolu, par-dessus celui d'un égal volume d'eau; donc si le poids de cet égal volume d'eau est toujours le même à toute sorte de profondeur, (comme il l'est certainement, dans les Fluides qui ne sont pas compressibles) cet excès, & par conséquent le poids relatif, sera aussi par-tout le même.

Si le Fluide est compressible comme l'air, & que la partie inférieure soit condensée

condenſée par le poids de celle qui eſt au-deſſus, c'eſt une différence ; car alors le poids relatif d'un corps expoſé à l'air dans le fond d'une vallée, ſera moindre qu'au haut d'une montagne, puiſqu'un égal volume d'air peſe plus au fond de la vallée qu'au haut de la montagne, & par conſéquent approche plus, du poids abſolu du Corps ſolide dans le premier cas, que dans le dernier. Par la même raiſon, ſi on peſe un Corps dans l'eau douce & dans l'eau ſalée, ſon poids ſera moindre dans celle-ci, parce que la différence entre le poids abſolu, & celui d'un égal volume d'eau de Mer, eſt moindre que celle qui eſt entre le même poids abſolu, & celui d'un égal volume d'eau douce, car l'eau de Mer peſe $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$ plus que l'eau douce.

Suivant la même explication, ſi on met en équilibre deux Corps de différentes gravités ſpécifiques, & par conſéquent de différentes grandeurs, du plomb par exemple, & du cuivre, il faudra pour que l'équilibre ſe conſerve, que le

volume de cuivre ſoit plus grand que celui du plomb ; mettant donc deux morceaux de ces métaux en équilibre, dans les baſſins d'une balance, ſi l'on plonge la balance dans l'eau, il s'en faudra bien que l'équilibre ſubſiſte, & le plomb l'emportera de beaucoup ; car chacun perdant de ſon poids autant que peſe le volume d'eau qui lui répond, le cuivre perdra beaucoup plus que le plomb, puiſque le volume d'eau qui répond au cuivre, eſt plus grand que celui qui répond au plomb. De même, ſi on met en équilibre deux Corps de différentes gravité ſpécifique quand l'air eſt très-leger, ils n'y ſeront plus quand l'air ſera devenu plus peſant. C'eſt ſur cette vérité qu'eſt fondé le Baroſcope ſtatique donné par M. *Boyle* dans les Tranſactions Philoſophiques.

Les Phyſiciens du dernier ſiécle ont beaucoup admiré les Phœnomenes des bulles de verre, & des petites figures d'émail qui montent & deſcendent, de différentes manieres, dans un tuyau plein d'eau ; tout le ſecret conſiſte à preſſer

plus ou moins la veſſie qui eſt liée au goulot du vaiſſeau (Fig. 28.) ou à procurer par le chaud & le froid, quelque altération dans le volume de ces petits ſolides : par cette altération ils deviennent tantôt plus peſants, & tantôt plus legers ſpécifiquement, que le volume du Fluide dont ils occupent la place ; d'où s'enſuit par tout ce que nous venons de dire, qu'ils doivent quelquefois monter & quelquefois deſcendre avec une variété aſſez ſinguliere. Ces petites bulles ſont compoſées de trois différentes matieres, ſçavoir, de verre, qui eſt ſpécifiquement plus peſant que l'eau, d'air qui eſt plus leger, & d'eau qui l'eſt autant. Quand le compoſé de ces trois différentes ſubſtances eſt plus leger qu'un pareil volume d'eau, il ſurnage : mais s'il devient plus peſant que ce même volume d'eau, il coulera néceſſairement à fond. Maintenant, quand la ſurface de l'eau dans laquelle on a mis ces bulles vient à être comprimée, par le moyen d'un poids ou autrement, com-

me le verre eſt un corps qui réſiſte, & que l'eau eſt incompreſſible, l'air enfermé dans cette bulle ſouffrira tout l'effort; parce qu'il eſt Elaſtique & capable de compreſſion; il ſera donc obligé de ſe retirer, & occupant moins d'eſpace qu'il ne faiſoit auparavant, l'eau qui lui eſt contiguë entrera par le col de la bulle, & occupera la place qu'il vient d'abandonner; mais comme elle eſt environ 850 fois plus peſante que l'air, la bulle deviendra par cette addition, ſpécifiquement plus peſante que l'eau qui l'environne, & par conſéquent deſcendra.

Si on ceſſe de preſſer ſur la ſurface de l'eau, l'air enfermé dans la bulle repouſſant par ſon élaſticité, l'eau qui l'avoit forcée, & la ſomme des Corps qui compoſent alors la bulle, devenant plus legere qu'un pareil volume d'eau, elle doit s'élever & ſurnager. La dilatation & la contraction de l'air enfermé, eſt donc la cauſe de ces changements; quand cette dilatation & cette contraction ſera occaſionnée par quelque autre moyen que la compreſſion

comme par les variations du chaud & du froid, l'effet ſera toujours le même. En voila aſſez, je crois ſur les bulles de verre, figure d'émail, &c.

J'ai promis au commencement de ce diſcours, de donner l'eſſentiel des propoſitions dont s'eſt ſervi *Archimedes*, pour déterminer quelle ſituation doit affecter un Corps flottant, voici à quoi cela ſe réduit. *Tout Corps flottant affecte une ſituation telle, que le centre de gravité de la partie plongée, ſoit perpendiculairement au-deſſous du centre de celle qui ne l'eſt pas; le Corps ne s'arrêtera jamais, & ne ceſſera de balancer dans tout autre poſition.* Car ſi on imagine le Corps flottant coupé en deux par la ſurface du Fluide, on verra aiſément que la partie plongée tendra à monter, & l'autre à deſcendre, chacune avec une force égale; or la partie plongée tend à monter par une perpendiculaire tirée de ſon centre de gravité, à la ſurface de l'eau, & la partie extérieure tend à deſcendre par une ſemblable perpendiculaire: donc à moins que ces deux perpen-

diculaires ne se confondent, ou ce qui est la même chose, à moins que le centre de la partie plongée, ne soit directement au-dessous du centre de la partie extérieure, il n'y aura point d'obstacle à ces deux efforts, & le mouvement doit se perpétuer ; par la même raison il continuera jusqu'à ce que le Corps ait acquis cette situation, & alors les effets étant égaux & les directions contraires, ces mouvements se détruiront mutuellement, d'où naîtra l'équilibre.

CINQUIE'ME LEÇON.

Explication de la balance Hydrostatique ; maniere de s'en servir pour trouver la gravité spécifique de toute sorte de matieres.

PUISQUE les Corps montent ou descendent dans un Fluide, avec une force égale à la différence, entre leurs poids & celui d'un égal volume de ce Fluide : nous avons à présent un moyen sûr & facile de connoître la gravité spéci-

ſique de tous les Corps généralement, tant ſolides que Fluides, & d'en déterminer exactement le rapport.

On dit qu'un Corps eſt ſpécifiquement plus peſant ou plus leger qu'un autre, quand étant tous deux d'égale grandeur, le poids de l'un excéde, ou eſt excédé par celui de l'autre ; ainſi la gravité ſpécifique du vif-argent, eſt environ 14 fois plus grande que celle de l'eau : parce que ſi nous prenons un égal volume de chacun, une pinte par exemple, la pinte de vif-argent peſera 14 fois autant que cette même meſure d'eau.

On a propoſé pluſieurs méthodes, & on en peut tous les jours inventer de nouvelles, pour connoître dans quelle raiſon les Corps différent en gravité ſpécifique : cependant on a toujours préferé juſqu'ici la balance Hydroſtatique, à cauſe de ſon exactitude & ſa commodité. Il y a toute apparence qu'*Archimedes* eſt le premier qui ait entrepris cet Ouvrage avec quelque ſuccès, lorſqu'il s'agiſſoit de découvrir la friponnerie de

l'Orfèvre, qui avoit allié la Couronne du Roi *Hiéron* : & quoique le moyen dont il s'eſt ſervi, ſoit certainement bien inférieur à celui que nous propoſons ; (comme on en peut juger par ce qu'en dit *Vitruve*) néanmoins il fut ſi charmé d'en être venu à bout, que ne ſe contenant pas de joie, il ſauta du bain comme un fou, & ſe mit à courir tout nud par les ruës de Syracuſe, en criant de toutes ſes forces εὕρηκα, c'eſt-à-dire, *je le tiens.*

Je ne m'amuſerai point à vous rapporter toutes les différentes méthodes qu'on a imaginées, pour déterminer les gravités ſpécifiques ; j'aime mieux aller droit à mon but, qui eſt de vous faire voir quels fruits nous pouvons tirer des vérités d'Hydroſtatique, & quel rapport elles ont avec ce dont il s'agit à préſent.

Premierement donc, ſi on propoſe de découvrir dans quelle proportion ſont les gravités ſpécifiques d'un ſolide & d'un Fluide, & que le ſolide ſoit le plus peſant & aille au fond, on le peſera d'a-

bord dans l'air, & enſuite dans le Fluide. Or ſuivant ce qui a déja été prouvé, ſa peſanteur dans le Fluide ſera diminuée de ce qu'elle étoit dans l'air, préciſément du poids d'un égal volume du Fluide : mais la gravité ſpécifique de celui-ci eſt à celle du ſolide, comme le poids abſolu d'un égal volume de Fluide eſt au poids abſolu du Corps ſolide; donc la gravité ſpécifique du Fluide eſt à celle du ſolide, comme la différence en poids, du ſolide peſé dans l'air & dans l'eau, eſt au poids abſolu du même ſolide peſé dans l'air. Si le Fluide eſt l'eau commune, & ſi ſa gravité ſpécifique eſt exprimée par l'unité, (comme on la ſuppoſe ordinairement pour plus grande commodité,) on trouvera le nombre qui exprime la gravité ſpécifique du ſolide, en diviſant ſon poids dans l'air, par la différence de ſa peſanteur dans l'air & dans l'eau.

Un exemple nous éclaircira ceci. Suppoſé qu'un morceau de cuivre peſe 45 grains dans l'air, & 40 ſeulement dans

l'eau, la différence 5, eſt donc le poids du volume d'eau égal au morceau de cuivre; par conſéquent la peſanteur ſpécifique de l'eau eſt à celle de cuivre, comme 5 à 45. Si au lieu d'exprimer la gravité ſpécifique de l'eau par 5, on l'exprimoit par l'unité, pour trouver celle du cuivre, il faudroit diviſer 45, ſon poids abſolu dans l'air, par 5, différence de 45 à 40, c'eſt-à-dire de ſon poids dans l'air & du même dans l'eau, & le quotient 9. détermineroit la gravité ſpécifique du cuivre, par rapport à celle de l'eau exprimée par l'unité: car 5 eſt à 45, comme 1 eſt à 9.

Si le Corps dont on veut déterminer la gravité ſpécifique eſt plus leger que le Fluide, comme il ne ſçauroit aller à fond, mais qu'au contraire, il eſt continuellement élevé à la ſurface; on peut découvrir par la balance compoſée, ſa legereté relative, ce qui eſt la même choſe que la force avec laquelle il tend à monter.

On a démontré hier par une Expé-

rience faite avec la balance compoſée, que la force avec laquelle un Corps tend à monter, eſt égale à la différence en poids, entre ce Corps & un égal volume du Fluide qui l'environne; donc le poids de cet égal volume de Fluide, eſt la ſomme de deux autres, dont l'un eſt le poids abſolu du Corps dans l'air, & l'autre eſt égal à la force avec laquelle il tend à monter; or ſi l'on met celui-ci dans l'autre baſſin de la balance compoſée, il tiendra le Corps en équilibre dans le Fluide; d'où il ſuit que la gravité ſpécifique d'un Fluide eſt à celle d'un ſolide plus leger, comme la ſomme des deux poids dont je viens de parler, eſt à la gravité abſoluë du ſolide. Si le Fluide eſt de l'eau commune, & ſa gravité ſpécifique exprimée par l'unité, il faudra diviſer le poids abſolu du ſolide, par la ſomme des poids dont je viens de parler, & le quotient de cette diviſion ſera la gravité ſpécifique du Corps qu'on cherchoit.

Soit, par exemple, un morceau d'Or-

me ſec qui peſe 36 grains dans l'air: comme ce bois eſt ſpécifiquement plus leger que l'eau, il faudra pour le faire plonger tout-à-fait, ajoûter quelque poids dans le baſſin oppoſé de la balance ſupérieure : ſuppoſons ce poids de 24 grains, il eſt clair; ces 24 grains ſont la différence entre le poids du morceau d'Orme, & celui de ſon pareil volume d'eau : ajoûtant donc cette différence au moindre poids, ſçavoir à celui de l'Orme qui eſt de 36 grains, la ſomme 60 grains ſera le poids du pareil volume d'eau ; donc la gravité ſpécifique de l'eau, eſt à celle de l'Orme, comme 60 à 36. Or ſi au lieu de 60 qui exprime la gravité ſpécifique de l'eau on ſuppoſoit l'unité, il faudroit diviſer 36, poids abſolu de l'Orme dans l'air, par 60, ſomme des deux poids, & le quotient 0,6 exprimeroit la gravité ſpécifique du morceau d'Orme, celle de l'eau étant exprimée par l'unité.

Je ne ſçai ſi on a jamais beaucoup pratiqué cette méthode, d'examiner les peſanteurs des Corps ſolides plus legers

que les Fluides, aux quels on les compare ; il me paroît qu'on doit trouver beaucoup de difficultés dans l'exécution, à moins qu'on ne faſſe l'Expérience avec un inſtrument très-parfait ; quoi qu'il en ſoit, il eſt certain que le calcul en eſt bien plus aiſé que par la méthode ſuivante.

Il faut joindre au ſolide, plus leger que le Fluide auquel on le veut comparer, quelqu'autre Corps d'une peſanteur ſpécifique telle, que le compoſé des deux aille au fond : peſant enſuite ſéparément dans l'air, le Corps le plus lourd, & le compoſé des deux, & faiſant la même choſe dans l'eau ; voici comme on fera le calcul. Otez le poids du Corps le plus lourd, peſé ſeul dans le Fluide, de celui de ce même Corps peſé ſeul dans l'air, le reſte ſera le poids du volume de Fluide égal à ce Corps : de plus, ôtez le poids du compoſé, peſé dans le Fluide, du poids de ce même compoſé dans l'air, le reſte ſera la peſanteur du volume de Fluide égal au compoſé ; enfin ôtez le premier reſte du ſecond, la différence

ſera le poids du volume de Fluide égal au Corps le plus leger : or le poids de ce dernier volume de Fluide, ſera au poids abſolu du ſolide leger, comme la gravité ſpécifique du Fluide eſt à celle du ſolide ; & ſi on diviſe le nombre qui exprime la gravité du ſolide leger, par celui qui exprime celle du Fluide, le quotient exprimera la gravité ſpécifique du Corps leger, l'unité exprimant celle du Fluide.

Ainſi, ſi le morceau d'Orme peſe 15 grains dans l'air, & qu'on lui ait attaché pour le faire couler à fond, un morceau de cuivre qui peſe 18 grains dans l'air, & 16 dans l'eau; le compoſé peſera donc 33 grains dans l'air : ſuppoſons que tout ne peſe plus que 6 grains dans l'eau ; ſi nous ôtons 16, ſçavoir le poids du cuivre dans l'eau, de 18, poids du même dans l'air, nous aurons 2 pour premiere différence ; ſçavoir pour le poids du volume d'eau égal au morceau de cuivre : pareillement ôtant 6, le poids du compoſé dans l'eau, de 33 poids du même com-

posé dans l'air, cette seconde différence 27, sera le poids du volume d'eau égal au composé : ôtant donc la premiere différence 2, de la seconde 27, sçavoir le poids du volume d'eau, égal au morceau de cuivre, de celui du volume d'eau égal au composé ; la différence 25 sera le poids du volume d'eau égal au morceau d'Orme, dont le poids absolu étoit 15 grains dans l'air ; donc la gravité spécifique de l'eau, est à celle de l'Orme, comme 25 à 15 ; or 25. 15 :: 1. 0,6 comme on le peut trouver par la regle de trois ; donc si l'on prend l'unité pour exprimer la gravité spécifique de l'eau comme dans cette proportion, en divisant le second terme par le premier, le quatriéme ou le quotient, exprimera la gravité spécifique de l'Orme.

Ayant à ce que je crois, suffisamment expliqué la méthode de comparer les solides avec les Fluides, pour en déterminer les gravités spécifiques ; je vais donner à présent la maniere de comparer ensemble toute sorte de solides, com-

me auſſi toute ſorte de Fluides : on compare les ſolides entr'eux, par l'intermede d'un Fluide, & la comparaiſon des Fluides ſe fait par le moyen d'un Corps ſolide. On peut cependant quelquefois peſer un Fluide, de la même maniere qu'un ſolide, ſçavoir, en le tenant dans un Gobelet de verre, & le plongeant dans un autre Fluide, pourvû qu'il ne s'y mêle pas aiſément ; c'eſt ainſi, par exemple, qu'on peut commodément comparer le vif-argent avec de l'eau (*a*).

Suppoſé qu'on demande quel eſt le rapport de la gravité ſpécifique du cuivre & de l'Orme : comme ces deux ſolides ne ſçauroient immédiatement ſe comparer par aucun moyen Hydroſtatique, nous les comparons chacun avec l'eau,

(*a*) La Fig. 29. repréſente la balance Hydroſtatique, dont on ſe ſert pour comparer les gravités ſpécifiques : on peſe les Corps dans l'air, & enſuite dans l'eau ; on les met quelquefois dans le petit ſeau de verre *a*, pour les peſer dans l'eau, & alors on ne doit pas oublier de couler le Plateau *b*, ſur le petit Plateau quarré *c*, afin que le poids de ce Plateau, qui eſt égal à celui du volume d'eau, dont le ſeau occupe la place, puiſſe rétablir l'équilibre. On détermine les gravités ſpécifiques des Fluides par le moyen de la boule de verre *d*, comme il ſera expliqué dans la ſuite de la Leçon.

& enſuite nous trouvons que la gravité ſpécifique du cuivre eſt à celle de l'Orme, en raiſon compoſée de celle du cuivre & de l'Orme à celle de l'eau. Si le cuivre, par exemple, eſt à l'eau, comme 9 à 1, & l'eau à l'Orme, comme 1 à 0,6, le cuivre ſera à l'Orme, comme 9 à 0,6 :: 90. 6 :: 15. 1.

Suppoſé encore qu'on veuille connoître la qualité d'une huile de vitriol achetée dans une boutique, & qu'on ſoupçonne n'être pas bien rectifiée; qu'on veuille ſçavoir ſi ſa gravité ſpécifique eſt à celle de l'eau, comme 17 à 10, ainſi qu'elle doit être quand elle eſt bien concentrée; ſi on trouve en la comparant avec la boule de verre, par la méthode que nous avons enſeignée, que ſa gravité eſt à celle du verre, comme 7 à 15, & celle de la même boule à celle de l'eau, comme 3 à 1; en compoſant les raiſons de 7 à 15, & de 3 à 1, on verra que la gravité de notre huile eſt à celle de l'eau, comme 7 à 5 :: 14 à 10. au lieu qu'elle devroit être, comme 17 à 10.

Cette méthode de comparer les Fluides est générale, & peut se pratiquer avec toute sorte de balance ; la nôtre a cela seulement de particulier, qu'elle abrege un peu l'opération ; je vais vous enseigner comme on s'en sert pour calculer. Vous vous souvenez bien que la boule de verre étoit plus pesante qu'un pareil volume d'eau, puisqu'elle alloit à fond : de plus, on a trouvé le rapport de son poids, à celui d'un égal volume d'eau, comme $18\frac{1}{3}$ à 10 ; or la meilleure huile de vitriol, qui de toutes les liqueurs, hormis le vif-argent, est la plus pesante, est à l'eau comme 17 à 10. Donc cette boule de verre peut servir pour examiner toutes les liqueurs moins pesantes que l'huile de vitriol. * L'Excès du poids de la boule pardessus celui d'un égal volume d'eau, étoit contrebalancé par un

* L'Auteur emploie une boule de verre, parce que cette matiere étant moins dilatable par la chaleur, conserve mieux son volume que tout autre Corps ; cependant comme cette augmentation de volume est quelquefois assez sensible, on n'aura rien à craindre de cet inconvénient, si on se sert de la petite bouteille de verre très-mince, & presque pleine de vif-argent. *Fig. x Pl. 3.*

poids qu'on avoit ajoûté dans l'autre baſſin de la balance, ce qui la faiſoit demeurer en équilibre au milieu de l'eau; or concevons à préſent cette boule ainſi en équilibre, comme ſi elle étoit réellement une quantité d'eau congelée dans la même forme; ſi à la place de l'eau qui environne cette partie congelée, nous ſubſtituons quelqu'autre liqueur de différente peſanteur, l'équilibre ne doit plus ſubſiſter : il faudra donc mettre des poids dans celui des baſſins de la balance qui ſera le plus foible, pour le rétablir.

Ces poids qu'il aura fallu ajouter dans la balance, ſeront la différence en gravité de deux quantités, l'une d'eau, l'autre, de la liqueur qu'on a voulu examiner, dont le volume eſt égal à celui de la boule de verre. Le poids de ce volume d'eau, dont la boule occupe la place, a été trouvé de 803 grains; ſi donc nous ajoutons à ce nombre, celui des grains qu'il aura fallu ajouter dans le baſſin auquel la boule eſt attachée, ou ſi nous ôtons

de 803 grains, le nombre de ceux qu'il aura fallu mettre dans le baſſin oppoſé, le reſte ſera le poids du volume de Fluide égal à celui de la boule, & la gravité ſpécifique de l'eau ſera pour lors à la gravité ſpécifique de ce Fluide, comme 803 eſt à ce reſte. Enfin, ſi on diviſe ce même reſte par 803, le quotient exprimera la gravité ſpécifique du Fluide, l'unité exprimant celle de l'eau.

Pour rendre ceci ſenſible par un exemple, ſuppoſons qu'on veuille ſçavoir la gravité du Lait; plongeant dans cette liqueur, la boule telle qu'elle eſt attachée à la balance, nous trouvons, par exemple, qu'il faut mettre 28 grains dans le baſſin auquel elle eſt ſuſpenduë, pour rétablir l'équilibre: ajoutant donc 28 grains à 803, la ſomme ſera 831, & partant la gravité ſpécifique de l'eau ſera à celle du Lait, comme 831 à 803; on peut ainſi comparer toute ſorte de Corps de quelque eſpece qu'ils puiſſent être. Je pourrois ajouter d'autres méthodes Hydroſtatiques pour parvenir au même but,

mais celle que je viens de donner ſuffit, & paroît ſans contredit la meilleure.

Cependant je ne ſçaurois me diſpenſer de parler d'un autre moyen d'examiner les gravités des Fluides, qui eſt d'un grand uſage dans bien des occaſions; il eſt fondé ſur ce que, ſi on fait flotter ſucceſſivement un même Corps, dans pluſieurs Fluides de différentes peſanteurs, la peſanteur ſpécifique du plus leger, ſera à celle du plus peſant, comme la partie du Corps enfoncée dans le plus peſant, eſt à la partie enfoncée dans le plus leger; car puiſque les volumes de chacun de ces Fluides, qui répondent reſpectivement aux parties plongées du ſolide, ont, quoiqu'ils ſoient inégaux, le même poids abſolu que tout le ſolide; ces mêmes volumes auront auſſi un égal poids abſolu, par conſéquent leurs gravités ſpécifiques ſeront réciproquement comme leurs grandeurs, ou ce qui eſt la même choſe, réciproquement comme les parties plongées du ſolide.

Si donc on peut avoir un Corps régu-

lier, dont on puiſſe exactement meſurer les parties plongées, cette méthode ſera aſſez expéditive ; ainſi on eſtimera fort promptement la gravité d'un Fluide par une échelle de parties, priſes en progreſſion Arithmétique, appliquée au côté du Cylindre, ou mieux encore par une autre échelle diviſée Harmoniquement par quelque moyen, qu'il ſeroit trop long de décrire ; car ſi on vouloit faire exprès un Cylindre parfait, & par-tout également peſant, on y trouveroit beaucoup plus de difficulté qu'on ne s'imagine. Cependant dans quelques occaſions, cette méthode peut-être d'un excellent uſage : Par exemple, ce moyen nous fait connoître ſi une liqueur eſt naturelle, de bonne qualité, & ſi elle a la peſanteur qu'elle doit avoir (c'eſt ce dont les Chymiſtes ont ſouvent beſoin) on ſe ſert pour cela d'une boule de verre vuide, qui porte une petite tige, ou tuyau diſpoſé de maniere, que quand la boule eſt plongée dans quelque liqueur, cette tige reſte droite au-deſſus ſa ſurface. On plon-

ge cet instrument dans d'autres liqueurs, qu'on sçait, par d'autres moyens, être très-bonnes dans leurs especes, & on fait des marques sur la tige, qui font voir les différents degrés d'immersion dans ces différentes liqueurs. Quand on en veut examiner quelqu'une, comme l'huile de Tartre par défaillance, il faut remarquer à quel endroit de la Tige, répond la surface de la liqueur, si elle est plus élevée que la marque qu'on avoit faite pour de bonne huile : on concluë qu'elle n'a pas la gravité qu'elle doit avoir, & par conséquent qu'elle est falsifiée avec de l'eau ; mais au contraire, si elle ne s'enfonce pas dans l'esprit de vin jusqu'à sa marque, on concluë que l'esprit de vin est trop pesant, & par conséquent qu'il n'est pas assez rectifié.

Le même instrument en changeant ce qui convient, peut servir à examiner si les solides, ont une pesanteur conforme à celle de l'Etalon de leur espece. On peut voir la description de cet instrument publiée par M. *Boyle*, dans

les Tranſactions Philoſophiques. (*a*)

Malgré tout ce que je viens de dire ſur ce ſujet, il peut encore ſe rencontrer quelques difficultés : il peut arriver, par exemple, que le Corps qu'on veut examiner, conſiſte en de petits fragments, qu'il ſoit réduit en poudre, ou ſujet à s'imbiber de l'eau dans laquelle on le peſe, ou enfin qu'il ſoit diſſoluble dans l'eau ; s'il eſt compoſé de petits morceaux, ou s'il eſt en poudre, il faut ſe ſervir d'un petit ſeau de verre, ce qu'on n'eſt pas obligé de faire, quand le Corps qu'on veut peſer eſt entier & d'une grandeur convenable. Dans ce dernier cas, nous pouvons nous ſervir d'une balance ordinaire, y ſuſpendre le Corps par un crin (qui eſt de même peſanteur ſpécifique que l'eau,) & le peſer dans l'air & enſuite dans l'eau. Mais quand ce moyen eſt impratiquable, il faut mettre une quantité raiſonnable de petits fragments, ou de poudre dans le petit ſeau

(*a*) Voyez les Tranſactions Philoſophiques, N.° 384. & 413.

de verre, & en trouver premierement le poids dans l'air, & avant que de le peſer dans l'eau, il faut l'en imbiber peu à peu, & parfaitement, afin que l'eau s'inſinuant entre les parties de ces poudres, en chaſſe les petites bulles d'air, qui ne manqueroient pas, ſi on les laiſſoit, de produire un inconvénient, ſçavoir, d'élever & de ſoutenir les petits fragments, & autres corpuſcules, & par conſéquent faire manquer l'Expérience. Si c'eſt une poudre qu'on veut peſer, à moins qu'elle n'ait été auparavant parfaitement imbibée, & dégagée de toutes les parties aëriennes, en un mot, réduite en une eſpece de bouë, il eſt à craindre que les parties de cette poudre ne ſortent du vaiſſeau quand il ſera ſous l'eau, qu'elles ne ſe diſſipent, & par-là ne diminuent d'autant, le véritable poids que la poudre devroit avoir.

Si le Corps qu'on veut peſer eſt capable de s'imbiber trop facilement, on peut le mêler avec de la cire fonduë; en ce cas, il faudroit calculer par la mé-

thode que j'ai donnée ci-devant, pour déterminer la gravité des Corps spécifiquement plus legers que l'eau, ou que les Fluides dans lesquels on les pese, en leur ajoutant un Corps plus pesant; & comme alors nous avons pesé le Corps le plus pesant dans l'air, & ensuite dans l'eau, & de même du composé, aussi faudra-t'il ici peser successivement la cire dans l'air & dans l'eau, & repeser ensuite le composé de la même maniere. Enfin, si le Corps est dissoluble dans l'eau, on peut le peser dans quelque liqueur qui ne le dissolve pas.

M. *Boyle* observe à cette occasion, que tous les Fluides que nous avons sous la main, excepté le vif-argent, sont ou aqueux, ou huileux, & que la plupart des Corps dont nous pouvons faire la dissolution dans des liqueurs de la premiere espece, ne peuvent, (au moins sensiblement) se dissoudre dans celles de la derniere; il présume de-là, qu'il vaut mieux peser les Corps salins, tels que l'alun, le vitriol, le sel gemme,

le borax, le ſublimé & autres, dans des liqueurs huileuſes, & parmi ces liqueurs il préfere pour pluſieurs raiſons l'huile de Terebenthine; or ſi nous adoptons ce choix, quand nous aurons déterminé le rapport de la gravité du Corps ſolide, à celle de cette huile, & trouvé par le moyen que nous avons enſeigné, le rapport de la gravité de cette huile à celle de l'eau; en compoſant ces deux raiſons, nous connoîtrons la gravité ſpécifique du ſolide, par rapport à celle de l'eau.

Ceux qui font ces ſortes de recherches, comparent aujourd'hui tous les Corps avec l'eau commune dont ils expriment la gravité ſpécifique par l'unité. On peut objecter qu'il n'eſt pas poſſible de déterminer le rapport de la gravité d'un ſolide, à celle de l'eau en général, mais ſeulement à l'eſpece d'eau dont on s'eſt ſervi, parce qu'il peut y avoir une grande différence entre toutes les liqueurs qu'on appelle *Eau commune*. M. *Boyle* nous a ménagé une ré-

ponſe à cette Objection, que je vais vous rapporter dans ſes propres termes.

„ Ayant eu, dit-il, pluſieurs fois l'occaſion auſſi-bien que la curioſité d'examiner le poids des différentes eaux, & en ayant ramaſſé quelques unes des Païs les plus éloignés les uns des autres. J'ai trouvé la différence de leurs gravités beaucoup plus petite, que je ne m'y étois attendu ; ſi je m'en ſouviens bien, celle des eaux dont on auroit attendu la plus grande différence, étoit ſeulement d'une milliéme partie, & peut-être quelquefois moindre. Fort ſouvent je ne trouvois aucune différence ſenſible entre les eaux de différentes eſpeces, comme l'eau de fontaine, l'eau de riviere, l'eau de pluie, l'eau de neige, quoique cette derniere ſoit un peu plus legere que les autres. Et ayant fait venir en Angleterre quelques eaux Etrangeres, entr'autres de l'eau du Gange, que quelques voyageurs aſſurent être d'un cinquiéme plus legere que la nôtre ; je l'ai preſque pas trouvée dif-

férente de nos eaux communes. „ *

On pourra encore objecter, que nous prenons le poids que les Corps ont dans l'air, pour leur poids abſolu ; au lieu que ce poids abſolu, eſt celui qu'ils auroient dans le vuide.

J'accorde que tous les Corps peſent moins dans l'air que dans le vuide, où ſe doit prendre leur peſanteur abſoluë ; mais ſi nous conſidérons que cette diminution du poids abſolu, eſt ſeulement d'environ la milliéme partie dans beaucoup de Corps, & beaucoup moindre dans les métaux qui ſont le genre de Corps le plus peſant, cette Objection s'évanoüit.

Si on veut cependant être plus exact qu'il n'eſt beſoin dans une matiere qui n'exige pas cette grande préciſion dans bien des cas, on peut ajouter le nombre

* Je crois qu'on ne doit pas trop compter ſur cette remarque de M. *Boyle* ; car outre qu'il cite cette Obſervation de mémoire, M. de Buffon de l'Académie Royale des Sciences, a obſervé des différences conſidérables dans les eaux qu'il a eu occaſion d'examiner ; peut-être les Expériences de M. *Boyle* n'ont-elles pas été faites le Thermométre à la main, comme il eſt abſolument néceſſaire qu'elles le ſoient.

qui exprime la gravité spécifique de l'air, à tous ceux qui composent la table des gravités des autres Corps ; par-là on corrigera toute l'erreur qu'on auroit lieu d'appréhender.

Quoique ce moyen d'examiner les gravités des Corps par les voies Hydrostatiques soit préférable à tout autre, il n'est pas cependant exempt de toute incertitude, les Corps quoique du même genre & du même nom, n'ont pas toujours précisément la même pesanteur, ce qui produira quelques petites erreurs : erreurs cependant inévitables dans les Expériences de Physique, même faites avec le plus grand soin.

Quand on pese quelque chose dans l'eau ou dans quelqu'autre liquide, il faut avoir grand soin qu'aucune partie de ce qu'on pese, ne touche le fond ni les côtés du vase, qu'il ne s'y attache aucune bulle d'air qui puisse l'élever, que la balance ne soit point mouillée ; enfin il y a d'autres précautions que l'exercice enseignera.

SIXIE'ME LEÇON.

Maniere de ſe ſervir de la balance Hydroſtatique pour déterminer les gravités ſpécifiques : Différens uſages de ces ſortes de recherches.

ON peut bien s'attendre, qu'après m'être arrêté ſi longtemps à expliquer la nature & l'uſage de la balance Hydroſtatique, je dirai auſſi quelque choſe des avantages qu'on peut retirer de ces ſortes d'Expériences. Pour traiter ce ſujet dans toute ſon étenduë, il nous faudroit plus de temps, que nous n'y en pouvons employer. On peut lire là-deſſus des Livres entiers, de *Gethald*, de M. *Boyle* & d'autres, qui ont cependant encore laiſſé bien des choſes appartenantes à cet objet.

Pour peu qu'on ſçache de Phyſique, on ſent parfaitement de quelle importance il eſt de ſçavoir comparer les Corps par rapport à leurs grandeurs, denſités & quantités de matiere; or c'eſt ce qu'on peut faire aiſément par le moyen de l'inſ-

trument dont nous avons enſeigné l'uſage ; car la denſité de chaque Corps, eſt comme ſa gravité ſpécifique ; & ſa quantité de matiere, eſt comme ſon poids abſolu : donc quelque comparaiſon que nous faſſions des grandeurs, gravités ſpécifiques & poids abſolus, la comparaiſon ſera également bonne pour les grandeurs, denſités & quantités de matiere. D'où notre illuſtre M. *Newton* a conclu que l'eau a 40 fois plus de pores que de parties ſolides, & que les forces des Corps pour rompre & réflechir la lumiere, ſont à peu près proportionnelles à leur denſité, excepté que les Corps huileux & ſulphureux la rompent davantage, que d'autres de même denſité. Il eſt inutile de raſſembler ici tous les exemples qu'on peut produire, pour preuve de ce que j'avance ; ils ne peuvent échaper aux perſonnes judicieuſes : mais quoi qu'il ſoit impoſſible de rapporter tous les uſages dont peuvent être ces ſortes de comparaiſon, j'en vais cependant donner quelques exemples qui pourront ſervir de re-

gles, & faire voir, comment deux de ces trois choſes étant données, ſçavoir la grandeur, la gravité ſpécifique, & le poids abſolu, on peut toujours facilement trouver l'autre ; ainſi nous allons enrichir la Geométrie, & nous mettre en état de meſurer un Corps quelque irrégulier qu'il ſoit, par le moyen de ſa gravité ſpécifique, & de ſon poids abſolu : nous pouvons auſſi par le même moyen perfectionner la ſtatique, & découvrir le poids d'un Corps quelque grand qu'il puiſſe être, en le conſidérant comme un tout réſultant de ſa grandeur, & de la gravité ſpécifique des matieres qui le compoſent. Je ferai voir enſuite comment on peut découvrir, dans quelle proportion ſont les parties d'un mêlange, comme de l'Or & de l'Argent, dans un alliage ; enfin, je donnerai quelques exemples des avantages que peuvent retirer de cette ſorte de recherche, les Medecins, les Chymiſtes Apoticaires, Joüailliers, Orfévres & autres, que cette méthode met en état de juger, ſi les matériaux dont

ils font usage ont les qualités qui leur conviennent.

Quand on veut déterminer quelqu'une de ces trois choses, *grandeur, gravité spécifique ou poids absolu*, les deux autres étant données, voici les regles qu'il faut suivre.

I. Si les Corps comparés sont d'égale grandeur, leurs poids absolus seront comme leur gravité spécifique ;

II. S'ils sont de même gravité spécique, leurs poids absolus seront comme leur grandeur.

III. Si les poids absolus sont égaux, les grandeurs seront réciproquement, comme les gravités spécifiques.

D'où l'on voit, que si les Corps comparés différent en grandeur, gravité spécifique, & poids absolu, alors ;

IV. Leurs poids absolus seront en raison composée de leur gravité spécifique, & de leur grandeur.

V. Les gravités spécifiques, en raison composée de la raison directe des poids absolus, & de l'inverse des grandeurs.

VI. Enfin, leurs grandeurs seront en

raiſon compoſée de la raiſon directe des poids abſolus, & de l'inverſe des gravités ſpécifiques.

On doit connoître exactement d'ailleurs, le poids de quelque Corps d'une certaine grandeur déterminée, pour en comparer promptement la gravité ſpécifique, avec celle de tout autre. J'ai choiſi l'eau par exemple ; or le poids d'un pied cubique d'eau eſt préciſément de 1000 onces de la livre *aver du poids*, comme je l'ai déterminé, en comparant toutes les Expériences qu'on a faites ſur le même ſujet, je l'ai trouvé quelquefois plus grand, quelquefois moindre, mais la différence a toujours été peu conſidérable. Il s'eſt rencontré très-heureuſement, (& c'eſt une grande commodité dans le calcul) qu'un pied cubique d'eau, avec quoi l'on compare aiſément tous les Corps, & dont la gravité ſpécifique peut s'exprimer par l'unité ; il s'eſt, dis-je, rencontré très-heureuſement, qu'un pied cubique d'eau s'eſt trouvé peſer un nombre rond, tel que 1000 onces.

Nous avons encore un autre avantage en exprimant ainſi le poids par onces, c'eſt que nous pouvons réduire nos réſultats en d'autres poids anciens & modernes; car il eſt aſſez démontré que l'once Romaine, tant ancienne que moderne, n'eſt pas ſenſiblement différente de notre once *aver du poids*; & il eſt très-facile de rapporter aux poids Romains, tous les autres poids, tant anciens que modernes. *

Notre once *aver du poids*, contient 437½ grains de la livre de *Troye*, & notre livre *aver du poids*, contient 7000 grains de *Troye*; de ſorte que l'once de la livre *aver du poids*, eſt à celle de *Troye* à peu près, comme 51 à 56, & la livre *aver du poids*, eſt à celle de *Troye*, comme 17 à 14; il nous eſt donc facile de réduire un de ces poids en valeur de l'autre, par le moyen d'une de ces proportions.

* La livre de Paris eſt de 9216 grains, & la livre Romaine eſt de 6276 grains; la livre Romaine eſt de 12 onces, & l'once Romaine eſt à celle de Paris, comme 12 eſt à 13, à très-peu de choſe près.

L'Expérience nous ayant donc appris, qu'un pied cubique d'eau peſe 1000 onces *aver du poids*, nous pouvons abreger & faciliter les regles que nous venons de donner en termes généraux, & en proportions compoſées : & leur ſubſtituer les ſuivantes dans la pratique. Celles-ci ſuppoſent que les gravités ſpécifiques des Corps ſont exprimées par une échelle de parties, dont 1000 repréſentent celle de l'eau, leurs poids abſolus étant déſignés par des nombres & parties d'onces *aver du poids* ; & leurs grandeurs par des nombres & parties de pouces cubiques.

I. Le poids abſolu d'un Corps eſt égal au produit de ſa grandeur, par ſa gravité ſpécifique.

II. Sa gravité ſpécifique eſt égale au quotient de ſon poids abſolu, diviſé par ſa grandeur.

III. Sa grandeur eſt égale au quotient de ſon poids abſolu, diviſé par ſa gravité ſpécifique.

Ces regles ſuffiſent, & ſont faciles à

pratiquer, j'en vais faire l'application.

Suppoſons un Architecte qui ait une Egliſe à bâtir, & qui veuille ſçavoir auparavant combien il faudra de plomb pour la couvrir afin d'en calculer la dépenſe; il ſçait par ſes dévis que la ſurface de la couverture ſera de 30000 pieds quarrés; il ſçait auſſi par Expérience, que l'épaiſſeur de la couverture ſera ſuffiſante de $\frac{1}{100}$ de pied; multipliant donc 30 000 par $\frac{1}{100}$, ou diviſant par 100; la quantité de plomb dont on cherche le poids, ſera de 300 pieds cubiques. On a trouvé par Expérience, que la gravité ſpécifique de l'eau étant 1,000, celle du plomb ſera 11,325, multipliant donc par la premiere regle 11,325, nombre qui exprime la gravité ſpécifique du plomb, par 300, ſa grandeur, le produit 3397500, ſera le nombre d'onces que peſeront les 300 pieds cubiques; & comme il y a 35840 onces dans la barique, en diviſant le produit par ce dernier nombre, le quotient ſera le nombre des bariques, c'eſt-à-dire environ 94 bariques $\frac{4}{5}$.

Soit, pour exemple, de la seconde regle un parallelépipede de Marbre fin poli, de 4 pieds cubiques, & qui pese 6 quintaux, & 3 livres, dont on veuille sçavoir la gravité spécifique: un quintal étant 112 livres, six quintaux & 3 livres, seront 675 liv. qui étant multipliés par 16, font 10800 onces; or suivant la seconde regle, si nous divisons le poids du Marbre par 4, sa grandeur, le quotient 2,700 sera la gravité spécifique du Marbre, 1,000 exprimant celle de l'eau. C'est ainsi qu'on peut trouver les gravités spécifiques sans aucun moyen Hydrostatique; mais comme cette méthode ne peut se pratiquer que rarement, à cause des figures irréguliéres de la plupart des Corps que nous avons occasion d'examiner, elle n'est jamais si exacte que la méthode Hydrostatique que nous avons donnée ci-devant.

La troisiéme regle est d'un usage admirable pour mesurer un Corps, quelque irrégulier qu'il puisse être: connoissant, comme nous le pouvons facilement, sa

gravité tant abſoluë, que ſpécifique.

Soient propoſés pluſieurs fragments de Corail, dont nous trouvons dans la table la gravité ſpécifique de 2,690, & qui peſent 7 onces; diviſant par la troiſiéme regle, le poids abſolu 7 par la gravité ſpécifique 2,690, le quotient ſera la grandeur de tous les fragments; ſçavoir $\frac{26}{10000}$ de pied cubique, ce qui étant réduit en pouces cubiques, ſçavoir en multipliant cette fraction par 1728, (nombre de pouces cubiques dans un pied) le produit $4\frac{1}{2}$ pouces environ, ſera la grandeur de tous les fragments propoſés: ce qui eſt un moyen très-facile & très-ſûr, de meſurer les Corps, lorſqu'on ne peut ſe ſervir des regles de la Geométrie.

Un autre uſage que j'ai annoncé de ces ſortes d'Expériences, c'eſt de faire connoître dans quelle proportion ſont mêlés deux ingrédients dans une compoſition quelconque; les données néceſſaires pour la ſolution, ſont la gravité ſpécifique du compoſé & celle des compoſants: on peut les avoir par la balance

Hydroſtatique, elles ſuffiſent avec l'analogie ſuivante.

Comme la différence des gravités ſpécifiques du mélange & du plus leger ingrédient, eſt à la différence des gravités ſpécifiques du mélange & de l'ingrédient le plus peſant, ainſi la grandeur de celui-ci eſt à la grandeur du plus leger. Or la grandeur du plus peſant multipliée par ſa gravité ſpécifique, eſt à celle du plus leger multipliée pareillement par ſa gravité ſpécifique, comme le poids abſolu du plus peſant, eſt à celui du plus leger.

La raiſon de cette derniere regle eſt aſſez claire par tout ce que nous avons dit, & ceux qui ſont en état d'entendre la démonſtration de la premiere, peuvent bien la trouver par eux-mêmes, c'eſt pourquoi je continuerai. Prenons pour exemple la fameuſe Couronne du Roi *Hiéron*; ſuppoſé que la gravité ſpécifique de l'Or fourni à l'Orfêvre, fût comme 19, celle de l'Argent allié avec l'Or comme 11, enfin celle de la Couronne ainſi alliée comme 16; c'eſt aſſez de

données pour établir notre proportion ſuivant la premiere regle.

Comme 5 la différence de 16 eſt à 11, c'eſt-à-dire de la gravité ſpécifique de l'alliage & de l'Argent, eſt à 3, différence de 19 à 16, ſçavoir la gravité ſpécifique de l'alliage & de l'Or : ainſi la grandeur de l'Or eſt à celle de l'Argent ; d'où il eſt clair, que $\frac{3}{8}$ de la Couronne ſont d'Argent : or par la ſeconde regle, nous ſçavons que comme 95, le produit de 5 par 19, ſçavoir la grandeur par la gravité ſpécifique du plus peſant ingrédient, eſt à 33, le produit de 3 par 11, ſçavoir la grandeur par la gravité ſpécifique du plus leger ingrédient, ainſi le poids du plus peſant qui eſt l'Or, eſt au poids de l'Argent ; d'où il eſt clair que de toute la Couronne $\frac{33}{128}$, c'eſt-à-dire un peu plus du quart eſt d'Argent, les circonſtances étant réellement, comme nous les avons ſuppoſées (*a*).

(*a*) On peut ainſi trouver la regle dont il étoit queſtion tout-à-l'heure. Soient *A* & *B* les grandeurs de l'Or & de l'Argent dans la Couronne reſpectivement, & *a*, *b*, leurs gravités ſpécifiques ; donc puiſque la gra-

On peut ainſi examiner la fineſſe des monnoies, & la porportion des alliages ſans aucune perte ; & ce qu'on a dit des métaux, peut s'appliquer à tout autre Corps, même aux Fluides, en prenant les précautions convenables.

Ce que j'avois à propoſer en troiſiéme & dernier lieu, étoit de donner quelques exemples de l'uſage de ces ſortes de recherches pour les Medecins, Chymiſtes, Apoticaires, Joüailliers, Orfêvres, &c. M. *Boyle* a traité amplement cette matiere, dans ſon excellent Livre, *Medicina Hydroſtatica* ; je vais vous rapporter quelque choſe de cet excellent Ouvrage, autant qu'il en faut pour encourager à le lire, & ne pas ennuyer ceux qui l'ont déja lû.

Ayant obſervé dans ſon traité des pier-

vité abſoluë ou le poids de chaque Corps, eſt compoſé de ſa grandeur & de ſa gravité ſpécifique, le poids abſolu de l'or eſt aA, & celui de l'argent bB, & celui de la Couronne $aA + bB = c \times \overline{A+B}$, ſuppoſant $c =$ à la gravité ſpécifique du mélange : d'où on a $aA - cA = cB - bB$, & par conſéquent $c - b : a - c :: A : B$, ce qui eſt la regle raportée ci-deſſus.

res précieuſes, qu'il étoit aſſez probable que preſque toutes leurs propriétés venoient des différentes quantités de ſubſtances, minérales ou métalliques, qui dans leur état de fluidité ou de molleſſe s'étoient incorporées avec les autres matieres pierreuſes, & s'étoient endurcies par la ſuite juſqu'à former les pierres précieuſes ; il a conjecturé que divers bols, argiles, eſpeces de terre & beaucoup d'autres de minéraux qu'on ne regarde pas comme métalliques, enfin, qu'une infinité de pierres qu'on néglige ordinairement, comme n'ayant aucune beauté, pouvoient néanmoins avoir de très-grandes utilités dans la Medecine, & peut-être davantage que les pierres fines, à cauſe de la grande quantité de ſubſtances minérales ou métalliques, dont elles peuvent avoir été impregnées, lorſque leurs principes n'étoient pas encore bien unis. Le moyen qu'il propoſe pour examiner les foſſiles, eſt celui de leurs gravités ſpécifiques ; car puiſque la gravité ſpécifique de l'eſpece de pierre la plus peſan-

te & la plus homogene, eſt à celle de l'eau environ, comme $2\frac{1}{2}$ eſt à 1, & que l'étaim le plus leger des métaux, eſt environ 7 fois plus peſant que l'eau : ſi la gravité ſpécifique d'une pierre ſe trouve excéder la proportion de $2\frac{1}{2}$ à 1, il y aura apparence qu'elle contient quelque matiere étrangere & d'une nature métallique, ou au moins qu'elle eſt mêlée avec quelque Corps minéral plus peſant qu'une pierre ordinaire, & par conſéquent peut bien être employée avec ſuccès dans la Medecine. Il a éclairci ces conjectures par des Expériences qu'il a faites ſur quelques ſubſtances dont on fait uſage en Medecine, comme la *pierre hæmatite*, *lapis lazuli* ou l'azur, *la calamine*, dont il a déterminé le rapport des gravités ſpécifiques, à celle de l'eau reſpectivement, comme 415, 300, 493 ou 492. à 1.

Un ſecond uſage qu'il propoſe des recherches Hydroſtatiques, c'eſt de découvrir, ſi un Corps propoſé comme une pierre minérale, l'eſt effectivement ; ainſi

dit-il, la pesanteur spécifique du corail que quelques-uns prennent pour une plante, d'autres pour un *lithodendron*, mais que beaucoup d'autres rangent parmi les pierres précieuses, est à celle de l'eau, comme 2,68 à 1, ce qui autorise la derniere opinion. De même, on a trouvé la pesanteur d'une perle 2,51; celle d'un calcul humain de 1,7; celle d'un bezoard de 1,5. D'où il croit que ces deux dernieres doivent être distinguées des pierres ordinaires, comme étant beaucoup plus legeres, ce qui les lui fait appeller pierres animales.

Un troisiéme usage est de découvrir le rapport ou la différence, entre deux Corps de même nom. Un quatriéme usage est de distinguer les pierres véritables, d'avec les fausses, ce qui peut être d'une très-grande utilité aux Joüailliers. On découvre par-là les coraux factices, & les pierres fausses; on décide faux un bezoard, qui paroissoit très-beau & très-naturel, & qu'on estimoit d'un grand prix, quand on vient à le trouver aussi pesant

qu'une pierre minérale de la même groſſeur, au lieu qu'il auroit dû ſe trouver de la moitié plus leger. De même on a trouvé le mercure quelquefois $13\frac{1}{2}$ fois plus peſant que l'eau, & quelquefois un peu plus de 14 fois. D'où nous voyons comment il peut réſulter une différence conſidérable dans la hauteur de deux Barométres obſervés en même-temps, & dans le même endroit; ſi le mercure de l'un n'eſt pas de même gravité ſpécifique que celui de l'autre, la différence peut bien monter quelquefois juſqu'à un pouce; ceux donc qui publient des Obſervations du Barométre, doivent déterminer & déclarer la gravité ſpécifique du mercure dont ils ſe ſont ſervi. * Enfin, on peut par cette méthode, juger de la bonté des matieres qui ſervent dans la Medecine, ce qui eſt d'un grand ſe-

* La différence des hauteurs du Barométre ne vient pas tant, à ce que je crois, du côté du mercure, que de l'exactitude avec laquelle on charge le tuyau, & ſur-tout du diamétre de ce tuyau, car le mercure ſera toujours d'autant moins élevé, que le tuyau ſera plus capillaire. Dans les Barométres chargés par le moyen du feu, le mercure eſt toujours plus élevé, que dans ceux qui ſont faits ſuivant la méthode ordinaire.

cours aux Chymiſtes, Apoticaires, Droguiſtes & autres. Les Orfèvres en peuvent auſſi tirer des lumieres ſur la fineſſe des métaux qu'ils travaillent, le marchand dans ſon choix de la poudre d'Or, & autres marchandiſes précieuſes qui ſont ſouvent contrefaites : le Mineur peut former ſon jugement ſur les différentes ſubſtances qu'il rencontre dans les mines. Enfin, cet excellent Auteur nous fait voir, combien il eſtimoit cette méthode, par la maniere dont il en parle.

„ Si-tôt que j'eus, dit-il, les moindres „ principes d'Hydroſtatique, je ſentis „ tout le prix de cette excellente métho„ de, elle m'a ſouvent été plus utile „ que je ne m'y ſerois attendu, particu„ liérement dans l'examen des métaux, „ minéraux & autres matieres Chymi„ ques ; elle m'a ſervi à détromper bien „ des Artiſtes, ſur ce qu'ils appellent *Lu„ na fixa*, & autres précieux ſecrets qu'ils „ croyoient poſſeder ; elle m'a fait décider „ de la bonté, fauſſeté, & degrés de ri„ cheſſes, de pluſieurs compoſés métal-

„ liques

liques dont la belle apparence m'auroit au moins embarrassé. „

SEPTIE'ME LEÇON.

Détail & explication des principaux Phœnomenes de l'Expérience de Toricelli.

APRE'S l'exposition qu'on vient de vous faire des principaux Phœnomenes de l'Expérience de Toricelli (*a*), je n'ai pas besoin de faire un long dis-

(*a*) La Fig. 30. représente les principaux Phœnomenes de l'Expérience de Toricelli. 1°. Si on emplit de vif-argent un tuyau de verre d'environ 3 pieds de long, fermé hermétiquement par une de ses extrémités, qu'on bouche l'autre orifice avec le doigt, & qu'en le renversant on plonge cet orifice dans une Cuvette qui contienne d'autre mercure; quand on viendra à ôter le doigt de dessus l'orifice, tout le vif-argent ne tombera pas dans la Cuvette, mais il en restera une partie dans le tuyau, ensorte que la hauteur perpendiculaire de cette colomne, sera de 27 à 28 pouces. 2°. Si le Tube est précisément de cette hauteur, ou plus court, il ne descendra pas du tout de mercure, mais le Tube restera tout plein. 3°. Si on fait la même Expérience avec plusieurs Tubes de différentes longueurs, figures, & capacités, & différemment inclinés: dans tous, la surface de la colomne de mercure sera toujours élevée au-dessus de celui de la Cuvette, précisément de la même hauteur de 27 ou 28 pouces; je dis précisément, pourvû cependant que le diamétre du Tube ne soit pas trop étroit, ou qu'on ait bien pris garde en l'empliſſant, de chasser toutes les petites bulles d'air, qui auroient pû rester entre le mercure & le tuyau.

cours, pour démontrer qu'ils dépendent de la pesanteur de l'air, la considération de ces Phœnomenes suffit presque seule pour vous convaincre de cette vérité. Supposons donc que ces choses nous sont

* On peut chasser ces bulles d'air par deux méthodes: par la plus ordinaire, on emplit de vif-argent presque tout le Tube, à la réserve d'un pouce environ qu'on laisse plein d'air; on bouche avec le doigt l'orifice du tuyau, on le renverse, & en faisant promener la bulle, on lui fait entraîner avec elle toutes les petites bulles imperceptibles.

L'autre méthode consiste à faire chauffer un Tube presque plein, sur un brasier couvert de cendres, on tourne continuellement, & la chaleur rarefiant toutes les petites bulles d'air, les fait dégager & sortir par l'orifice. Cette derniere méthode est préférable à l'autre, outre que toutes les colomnes de mercure sont égales, elles sont toujours plus hautes que par la méthode ordinaire, cette différence est souvent d'un demi pouce.

Un tuyau ainsi rempli, & plongé dans une Cuvette pleine de vif-argent, fait un *Baromètre*, on l'applique sur une planche, & quand la hauteur de la colomne est préciséément de 27 pouces, on tire une ligne de niveau vis-à vis la surface du mercure de la Cuvette; on fait une graduation de 30 pouces depuis cette ligne de niveau, & on divise exactement les six derniers pouces en lignes & demies lignes.

La hauteur de la colomne de mercure varie suivant l'état de l'Atmosphere, communément elle est de 27 pouces, quelquefois de 26, & quelquefois de 28.

Comme la colomne ne sçauroit monter d'un pouce dans le tuyau, sans que le vif-argent ne s'abaisse de quelque chose dans la Cuvette; pour avoir la véritable hauteur, il faut une Cuvette fort large, ou se servir du calcul suivant.

Ayant divisé l'espace d'un demi pouce, en demies lignes & quarts de ligne, au-dessus & au-dessous de la ligne de niveau, la différence entre la surface du mercure de la Cuvette, & cette ligne de niveau, sera additive, quand le mercure montera au-dessus de 27 pouces, & soustractive quand elle descendra au-dessous.

entiérement nouvelles, & laiſſant tout préjugé, voyons ſi un mûr examen des effets que nous venons de voir, ne ſuffit pas pour nous amener à la connoiſſance de leur cauſe.

Il paroît d'abord entiérement contraire aux loix d'Hydroſtatique, que le vif-argent ſe tienne beaucoup plus élevé dans le Tube que dans la Cuvette; car imaginant un plan horiſontal, qui paſſe par l'orifice inférieur du Tube, au travers de toute la maſſe de vif-argent; il eſt évident que la partie du plan qui eſt contiguë & directement placée ſous cet orifice, ſoutient un plus grand poids de ce vif-argent, qu'aucune autre égale partie voiſine de ce même plan; or nous avons vû aſſez clairement la ſemaine derniere, que les Fluides ne peuvent jamais reſter en équilibre, tant que d'égales parties d'un tel Plan ſont inégalement preſſées par ces Fluides, comme il arrive dans l'Expérience préſente.

Donc nous devons néceſſairement conclure que, ou le cours général de

la nature eſt ici interrompu, & que ces Phœnomenes ſont une eſpece de miracle, ou que chaque égale partie du Plan eſt également preſſée, au contraire de ce qui paroiſſoit d'abord. Mais s'il y a égalité de preſſion ſur ce Plan, elle réſulte, ou de quelque augmentation, là où il nous paroît y en avoir le moins, ou de quelque diminution, là où il nous paroît y en avoir davantage; ou enfin de ces deux moyens réünis enſemble; c'eſt-à-dire, qu'il devroit y avoir quelque preſſion que nous n'appercevons pas, jointe à celle du vif-argent de la Cuvette, ou quelque force inviſible qui ſuſpendroit le mercure dans le Tube, de façon qu'elle diminuât l'excès de ſa peſanteur.

Examinons avec ſoin chacune de ces deux cauſes. Si l'égalité procéde de quelque preſſion ajoûtée à celle du vif-argent de la Cuvette, elle doit venir de quelque choſe de contigu à ſa ſurface; puis donc que l'air ſeul touche cette ſurface, il eſt démontré que la preſſion de l'air eſt la ſeule qui puiſſe être ajoûtée à celle

du mercure de la Cuvette. La preſſion de l'air eſt donc une des cauſes qui peut produire cet effet, conſidérons l'autre à préſent, & cherchons comment l'excès de la preſſion du vif-argent contenu dans le Tube peut être diminué ; or je vous avouë que cette peine me paroît tout-à-fait inutile, car je ne ſçaurois imaginer aucune explication ſatisfaiſante, & qui puiſſe s'accorder avec les autres Phœnomenes de la nature.

François Linus a crû avoir démontré ce qui me paroît ici ſi difficile ; je vais donc réfuter ſon ſentiment, dont il ne ſera peut-être pas inutile de vous donner quelque idée. Comme je n'ai pas le Livre de *Linus*, je ne ſçaurois mieux vous faire connoître ſes principes, que par ce qu'en dit le Dr *Power*.

I. Les Corps ſont tellement inſéparables les uns des autres, qu'il ne peut y avoir de vuide dans la nature. "

II. La partie du Tube qui paroît vuide, eſt remplie par une eſpece de toile ou membrane inviſible de vif-argent, "

„ qui étant séparée de la superficie de la „ colomne, se subtilise & s'étend si fort, „ qu'elle remplit tout l'espace qui nous pa- „ roît vuide.

„ III. Ce sont les filets de cette mem- „ brane dilatée, qui soutiennent la colom- „ ne de vif-argent dans le Tube, & l'em- „ pêchent de descendre dans la Cuvette.

„ IV. Ces petits filets sont extrêmement „ rarefiés & distendus par le poids du vif- „ argent qu'ils soutiennent, & lorsqu'on ôte „ la force qui les retient, ils se recontrac- „ tent dans leurs premieres dimensions, „ & tirent ainsi toute sorte de Corps qu'ils „ entraînent avec eux, à peu près comme „ les écoulements d'un Corps électrique en- „ traînent en s'en allant des pailles, & au- „ tres Corps qu'ils sont capables de porter.

„ V. La faculté extensive de cette pel- „ licule de vif-argent n'est pas indéfinie, „ elle a des limites au-delà desquels elle „ ne sçauroit plus s'étendre, & par con- „ séquent si le Tube est d'une hauteur consi- „ dérable, il se séparera plutôt du mercure „ une nouvelle pellicule qui s'étendra pour

ſuppléer au défaut de la premiere, & " ainſi une troiſiéme, une quatriéme, &c; " juſqu'à ce que la colomne du mercure " n'ait plus que 28 ou 29 pouces où elle " reſtera ſuſpenduë, n'y ayant alors ni poids " ni puiſſance capable d'en faire ſéparer " une autre pellicule. "

Tels ſont ſes principes, & afin que vous goûtiez mieux l'application qu'il en fait, voici comme il explique pourquoi le vif-argent ne deſcend pas du tout dans les tuyaux qui ont moins de 29 pouces: C'eſt, dit-il, parce que la ſurface ſupé- " rieure du mercure s'attache ſi étroite- " ment au haut du Tube, que le poids " de la colomne n'eſt pas ſuffiſant pour " vaincre cette adhéſion, & comme il n'y " a rien pour venir à la place du mercu- " re, s'il deſcendoit, il s'y attache forte- " ment pour qu'il n'y ait point de vuide. "

Dans les tuyaux plus longs, le mercure " deſcend juſqu'à ce qu'il n'ait plus que " 29 pouces de hauteur, parce que, dit- " il, un plus grand poids de mercure eſt " capable de rompre cette adhérence; "

„ d'où la ſurface ſupérieure eſt obligée de
„ ſe ſéparer par lames, & de ſe dilater en
„ une mince pellicule ou aſſemblage de fi-
„ lets, ce qui ſupplée au vuide apparent.„

C'eſt ainſi, dit le Dr *Power*, que ne faiſant qu'effleurer les Phœnomenes, il en donne les ſolutions, & explique les plus difficiles, ſans le moindre embarras.

Telle eſt l'hypotheſe de *Linus*, le ſeul que je connoiſſe, qui prétende expliquer notre Expérience par la diminution de la peſanteur du vif-argent dans le Tube.

Nous avons donc ſuffiſamment établi que, ou la nature abandonne dans ce Phœnomene, les loix générales qu'elle s'eſt établie, ou qu'il y a quelque autre preſſion communiquée au vif-argent de la Cuvette, laquelle, comme je l'ai auſſi prouvé, ne peut venir que de l'air contigu au mercure; ou bien enfin, que l'excès de preſſion du vif-argent renfermé dans le Tube, eſt arrêté ou anéanti par quelque autre cauſe que je ne ſçaurois découvrir.

Il n'eſt pas raiſonnable de croire que la nature abandonnât ainſi ſes loix ordinaires dans une occaſion de ſi peu de conſéquence.

Du moins ſommes-nous certains, que rien ne nous authoriſe d'ailleurs à le ſoupçonner. Il eſt vrai qu'on a longtemps ſoutenu dans les Ecoles, que la nature doit tout faire pour prévenir le vuide, pour qui on lui ſuppoſe une averſion effroyable; mais ceux qui ont ſoutenu ce ſentiment, ont dû entendre par le mot de *Nature* (s'ils y ont entendu quelque choſe), ou l'Auteur de tous les Etres créés, ou les Créatures elles-mêmes; s'ils l'entendoient dans le premier ſens, ils oppoſoient manifeſtement la ſcience du Créateur à ſa ſageſſe, en ſuppoſant qu'il a tellement diſpoſé l'Univers, qu'il faille continuellement des miracles pour ſa conſervation; car nous pouvons par la préſente Expérience, le mettre dans la néceſſité d'empêcher le vuide à tout moment. Mais ſi par le mot de *Nature* ils entendoient les Créatures elles-mêmes,

ils tomboient dans une autre abſurdité, en ſuppoſant la matiere aſſez intelligente pour agir d'elle-même, & parvenir à quelque fin déterminée. En voilà aſſez, je crois, pour vous faire connoître le ridicule de cette opinion de l'horreur du vuide.

Quand la longueur du tuyau eſt moindre que 29 ou 30 pouces, le mercure, comme nous avons vû, ne deſcend point du tout, & n'abandonne pas le haut du tuyau ; là on peut bien dire que la nature s'eſt écartée de ſes loix ordinaires pour prévenir le vuide, pourquoi donc ne s'attache-t'elle pas également à l'éviter, quand le tuyau a plus de 30 pouces de long ? du moins doit-on dire que ſon pouvoir eſt retenu & borné par quelques loix déterminées. Il n'y a donc plus que deux moyens d'expliquer ce Phœnomene, ſçavoir, par la preſſion de l'air ſur le mercure de la Cuvette, ou par quelque cauſe inconnuë qui diminuë l'excès du poids du vif-argent dans le Tube, voyons lequel de ces deux moyens il faut

faire évanoüir, pour ſçavoir, enfin, à quoi nous devons nous en tenir.

Nous pouvons employer l'ingénieuſe Expérience de M. *Auzout*, comme déciſive dans cette occaſion : (*a*) nous allons d'abord faire attention à ce qui va arriver dans le Tuyau & la Cuvette ſu-

(*a*) L'inſtrument de l'Expérience de M. *Auzout* a pluſieurs parties : *ab* Fig. 31. eſt la Cuvette inférieure, *bc* le Tuyau inférieur, *cdhi* la Cuvette ſupérieure : le fond *e* de celle-ci, eſt introduit & cimenté dans un collet de cuivre fixé au Tuyau inférieur ; *efg* eſt un autre Tuyau qui paſſe auſſi au travers d'un collet de cuivre, & qui ſe viſſe à la Cuvette ſupérieure, ce Tuyau va preſque juſqu'au fond de cette Cuvette. Dans l'intérieur vers un des côtés, eſt un petit Tuyau recourbé *hi* qui communique avec le Tuyau inférieur *cb*.

A préſent, voici comme on fait l'Expérience ; on lie fortement à l'orifice du Tuyau d'en bas un morceau de veſſie mouillée, on verſe du vif-argent plein ce Tuyau & la Cuvette d'en haut ; on emplit le Tuyau ſupérieur, (on a dû emplir de même le Tuyau recourbé *hi*) & on bouche pareillement l'orifice *g* avec de la veſſie mouillée.

L'inſtrument étant ainſi tout-à-fait rempli, & l'orifice *b* plongé dans la Cuvette *a* pleine de vif-argent, ſi on pique la veſſie *b*, le vif-argent du Tuyau ſupérieur deſcendra tout-à-fait, & ſe mettra de niveau avec celui de la Cuvette d'en haut, qui ſera auſſi deſcendu en partie ; celui du Tuyau d'en bas deſcendra en partie, & le reſte ſe tiendra à la hauteur ordinaire de 27 ou 28 pouces. Mais en déviſſant peu à peu le Tuyau ſupérieur pour laiſſer entrer l'air dans la Cuvette, le vif-argent s'élevera auſſi-tôt dans ce Tuyau ſupérieur juſqu'à la hauteur de 27 ou 28 pouces, tandis que celui du Tuyau inférieur deſcendra tout-à-fait dans la Cuvette d'en bas. Enfin piquant la veſſie du Tuyau d'en haut, le vif-argent redeſcendra juſqu'au niveau de celui de la Cuvette ſupérieure.

* On peut voir la même Expérience à peu près, mais beaucoup plus ſimple dans le Livre de M. *Paſcal*.

périeure. Quand on a ouvert l'orifice du Tuyau inférieur, on a vû évidemment que le mercure de la Cuvette *dehi* n'a eu aucune communication avec l'air extérieur. Si donc l'élévation du mercure dans le Tuyau de *Toricelli* vient de la preſſion de l'air, comme il n'y en a point qui puiſſe preſſer ici le vif-argent de la Cuvette, il ne doit point reſter ſuſpendu dans le Tuyau ſupérieur, mais il doit tout deſcendre dans la Cuvette, c'eſt auſſi ce qui arrive; mais ſi cette ſuſpenſion du mercure dans le Tuyau de *Toricelli*, vient de quelque cauſe inconnuë qui diminuë le poids de la colomne renfermée dans le Tube, cette même cauſe doit produire ſon effet, & retenir le mercure ſuſpendu dans l'Expérience préſente, ce qui n'arrive pas.

Toutes les circonſtances ſont cependant ici les mêmes que dans l'Expérience de *Toricelli*, excepté qu'on a ôté la communication de l'air avec le mercure de la Cuvette ſupérieure.

Ayant donc vû dans cette Expérience

décisive, que le vif-argent ne s'est pas tenu élevé dans le Tuyau supérieur, comme dans le Tube de *Toricelli*, mais qu'il s'est abaissé jusqu'au niveau de celui de la Cuvette, nous en pouvons conclure avec assurance, que son élevation dans le Tuyau de *Toricelli* dépend uniquement de la pesanteur de l'air.

Pour confirmer cette vérité, souvenez-vous que quand on a introduit l'air peu à peu dans la Cuvette supérieure, en dévissant le collet, le mercure s'est aussitôt élevé dans le Tuyau supérieur jusqu'à la hauteur ordinaire de 28 pouces, & qu'en même-temps celui du Tuyau inférieur est descendu jusqu'au niveau de celui de la Cuvette; car alors nous avons permis à l'air de presser intérieurement sur le vif-argent du Tuyau inférieur avec autant de force, qu'il presse sur la surface de celui qui est dans la Cuvette, il ne subsistoit donc plus de raison pourquoi il seroit resté suspendu dans ce Tuyau, comme quand l'air pressoit seulement par dehors; donc &c. Nous aurons toujours do-

rénavant de nouvelles preuves de cette peſanteur de l'air.

Expliquons à préſent les différentes remarques qu'on a faites ſur ces Expériences ; ſçavoir que la hauteur perpendiculaire, du mercure dans le Tube, au-deſſus de celui de la Cuvette, eſt conſtamment la même, quelles que ſoient la longueur, la largeur, la figure & la ſituation du Tube, & pour cela, retenons bien que la preſſion de l'air eſt cette force additive, qui fait équilibre avec le mercure du Tube, & par conſéquent que la partie du Plan horiſontal que l'on conçoit dans l'intérieur du Tube, eſt autant preſſée par la colomne de vif-argent qui s'appuye deſſus, qu'une égale partie du même Plan, par le poids de la colomne d'air qui lui eſt contiguë.

Or nous avons vu la ſemaine derniere, que les Fluides preſſent un Plan en raiſon de leur hauteur perpendiculaire, que tant que cette hauteur demeure la même, la preſſion reſte conſtamment auſſi grande, quelque variation qui arrive,

dans la quantité de Fluide, dans la figure, ou dans l'inclinaiſon du vaiſſeau ; donc dans tous les cas de l'Expérience qu'on vous a faite aujourd'hui, la preſſion du vif-argent dans le Tube, quelque quantité qu'il y en ait, ou de quelque figure que ſoit ce Tube, eſt toujours égale à la preſſion de l'air, ſur une égale portion de la ſurface du mercure de la Cuvette, parce que la hauteur perpendiculaire demeure toujours la même. L'élevation conſtante du mercure à cette hauteur, ne doit point ſervir d'objection contre ce que nous avons dit, ſçavoir, que la peſanteur de l'air eſt la cauſe du Phœnomene de *Toricelli*, puiſqu'au contraire, nous voyons qu'elle en eſt une ſuite néceſſaire.

Paſſons à préſent aux Expériences qui nous déterminent la force capable de ſoutenir le Tube renverſé (*a*).

(*a*) La Figure 32. repréſente un Tube de *Toricelli* plongé dans une Cuvette pleine de vif-argent, & ſuſpendu au fleau d'une balance par le cordon *a* ; le Tube étant en Expérience, on l'a mis en équilibre, avec le baſſin oppoſé d'une balance ſous lequel on a placé une table, afin d'empêcher l'orifice du Tuyau de ſortir du mercure pendant

Nous avons observé que la force nécessaire pour faire équilibre, étoit à peu près égale au poids du Tube & du vif-argent qu'il contient, moins le poids de celui qui étoit contenu dans la partie du Tuyau plongée dans la Cuvette. Ce Phœnomene paroissoit d'abord contraire à ce que nous avons avancé jusqu'ici ; il paroissoit même favoriser le systême des petits filets, comme aussi les défenseurs de ce systême n'ont pas manqué de s'en servir ; car, disoient-ils, si la pression de l'air sur la surface du vif-argent dans la Cuvette, étoit la véritable cause de la suspension du mercure, on ne devroit point sentir à la main le poids du vif-argent, mais seulement celui du Tube, puisque l'air soutient ce vif-argent. Puis donc que le poids du vif-argent se fait

qu'on fait l'Expérience : tout étant en équilibre, on a bouché l'orifice du Tuyau avec le doigt, pour y conserver toute la colomne de mercure. L'ayant ensuite renversé & attaché à la balance, de maniere que le bout scellé Hermétiquement trempât dans le vif-argent, comme faisoit l'autre auparavant, l'équilibre a subsisté.

La même chose arrive dans un Tuyau plus court, que 27 pouces.

Je crois cette Expérience du Docteur *VVallis*.

si

ſi bien ſentir à la main dans cette Expérience, on peut ſoupçonner qu'il eſt ſuſpendu & retenu au haut du Tuyau, par les petits cordonnets de *Linus*.

Mais remarquez bien que ce poids, qu'on croiroit d'abord être celui du vif-argent contenu dans le Tuyau, n'eſt pas réellement celui de ce vif-argent ; car celui-ci eſt indubitablement ſoutenu par la preſſion de l'air : c'eſt plutôt le poids de la colomne d'air qui preſſe extérieurement la ſurface du Tube, & dont la peſanteur eſt auſſi conſidérable que celle du vif-argent, ce qui fait croire d'abord que c'eſt ſon poids que l'on ſent. En effet, le poids de cet air doit réellement ſe faire ſentir à la main ou à la balance, puiſque rien ne lui eſt oppoſé, & n'en contrebalance l'effort, comme il arrivoit quand le Tube étoit vuide, car la colomne d'air qui ſoutient ici le mercure, étoit alors employée intérieurement à ſoutenir & à détruire l'effort de cette colomne extérieure.

Il y a eu autrefois pluſieurs diſputes

assez vives, quoiqu'assez inutiles, sur l'espace qui paroît vuide au-dessus de la colomne de mercure dans le Tube de *Toricelli*; quelques-uns soutenoient qu'il étoit absolument vuide, les autres au contraire, nioient l'existence d'un tel Etre dans la nature; la matiere subtile est la réponse éternelle de ces derniers, elle leur sert à lever toutes les difficultés, & ils l'employent de mille manieres suivant qu'ils en ont besoin. Ce que nous pouvons assurer & qui nous suffit, c'est que si cet espace n'est pas entiérement vuide d'air, tel que nous le respirons, du moins nous le paroît-il : on peut s'en convaincre en inclinant le Tube, car le vif-argent remplira tout l'espace qu'il avoit abandonné, ce qu'il ne pourroit faire s'il y avoit de l'air dans cet espace. A la vérité, on apperçoit quelquefois de petites bulles d'air qui se glissent toujours, quelque précaution qu'on prenne; mais la quantité en est ordinairement si petite, qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

HUITIE'ME LEÇON.

Expérience de M. Paſcal, *à l'imitation de celle de* Toricelli; *autres Expériences de même nature, avec différents Fluides combinés enſemble : la preſſion de l'air varie ſuivant les différentes diſtances de la ſurface de la Terre.*

JE vous ai ménagé le plaiſir de voir cette merveilleuſe Expérience de M. *Paſcal*, plutôt comme une curioſité, que comme quelque choſe dont nous ayons abſolument affaire; car puiſque la preſſion de l'air a bien pû ſoutenir le mercure, dans le Tube de *Toricelli*, à la hauteur de 29 ou 30 pouces, comme on vous l'a fait voir, nous pourrions, ſans en faire l'Expérience, conclure avec certitude, que cette même preſſion de l'air eſt capable de ſoutenir l'eau dans le Tube de M. *Paſcal*, à une hauteur 14 fois plus grande, c'eſt-à-dire, d'environ 34 pieds. En effet, puiſque le vif-argent peſe, (comme nous avons trouvé par la balance Hydroſtatique) 14 fois plus que

l'eau commune, la hauteur de l'eau néceſſaire pour contrebalancer la preſſion de l'air, doit être environ 14 fois auſſi grande que celle du vif-argent : mais un fait eſt toujours plus convainquant qu'un raiſonnement, quelque ſolide qu'il ſoit, & ce que nous voyons de nos yeux nous frappe & nous ſatisfait davantage, que le recit de ce qu'ont fait les autres ; on va donc vous répéter cette fameuſe Expérience, que quelques perſonnes ont faite depuis avec le même ſuccès, ce qui n'eſt cependant pas arrivé bien ſouvent à cauſe de la dépenſe, de l'embarras, & des autres difficultés qu'on y trouve.

L'habile Phyſicien, le Révérend Pere Gaſpard *Schott*, Jeſuite, rapporte dans ſa *Technica curioſa*, une lettre de M. *Robberval*, ſur les motifs qui ont porté M. *Paſcal* à faire cette belle Expérience. Il eſt dit dans cette lettre que M. *Paſcal* la fit pour la premiere fois à Roüen, en Normandie, avec de l'eau & du vin, dans des Tubes de verre de 40 pieds de long, qu'il avoit fait attacher au Mât d'un na-

vire, & qu'on pouvoit élever ou abaiſſer à ſa fantaiſie par le moyen de quelques machines ; on y voit encore, que ce qui avoit engagé M. *Paſcal* à employer des Tuyaux de cette longueur étoit, que s'étant trouvé avec pluſieurs Sçavans, & que leur ayant fait voir le mercure ſuſpendu dans le Tube de *Toricelli* à la hauteur de $27\frac{1}{2}$ pouces de Roi, leurs ſentimens s'étoient partagés ſur ce Phœnomene ; quelques-uns qui étoient *Peripatéticiens* aſſuroient, que l'eſpace abandonné par le vif-argent, étoit rempli par des eſprits qui s'étoient évaporés du mercure, & qui s'étant rarefiés rempliſſoient exactement cet eſpace, ce qui ſoulageoit la nature, & lui faiſoit éviter le vuide ſon mortel ennemi.

Pour les convaincre, M. *Paſcal* prit des Tubes de verre de 40 pieds de long, (à ce que dit M. *Robberval*) les fit attacher à un Mât dreſſé ſur la place de la Verrerie, & fit ajuſter des Machines pour l'élever, comme je viens de dire tout-à-l'heure, & ayant fixé un jour, il les invita

tous à venir voir cette Expérience.

M. *Paſcal* avoit calculé auparavant, à l'aide de la hauteur du mercure, celles de l'eau & du vin, proportionnellement à leurs gravités ſpécifiques, il avoit trouvé que metant 27 pouces $\frac{1}{2}$ pour la hauteur du mercure, la véritable hauteur de l'eau devoit être de 31 pieds $\frac{1}{9}$, & celle du vin, de 31 pieds $\frac{1}{3}$ environ : leur ayant donc communiqué quelque choſe de ſon deſſein, il leur fit aiſément avoüer dans la converſation, qu'il y avoit certainement une plus grande quantité d'eſprits dans le vin, que dans l'eau, & qu'ainſi en faiſant l'Expérience avec ces liqueurs, le vin devoit laiſſer au haut du Tube, un plus grand eſpace que l'eau, les Tubes étant d'égales longueurs. Ce qui lui étant accordé, il les mena voir le Mât & tout l'équipage, & ayant fait remplir les Tubes, l'un de vin, l'autre d'eau, & plonger dans leurs liqueurs reſpectives, après pluſieurs vibrations, elles deſcendirent & s'arrêterent, l'eau à la hauteur de 31 $\frac{1}{9}$ pieds, & le vin un peu plus

de $31\frac{1}{3}$, la partie supérieure de ces deux Tubes paroissant vuide, comme dans l'Expérience de *Toricelli*. Il fit ensuite changer les liqueurs des Tubes, c'est-à-dire, qu'il fit mettre le vin dans celui où il y avoit eu de l'eau, & de l'eau dans celui qui avoit d'abord été rempli de vin; malgré ce changement, il ne parut aucune différence dans leurs hauteurs, ainsi il confondit ses adversaires par leur propre aveu, leur faisant voir que dans leur hypothese, les esprits de l'eau auroient occupé un plus grand espace que ceux du vin, & par conséquent que l'eau auroit été plus spiritueuse que le vin, contre la raison & l'Expérience.

Passons à présent aux Expériences qu'on a faites, en combinant deux différents Fluides dans le même Tube; ces Fluides peuvent être du vif-argent & de l'eau, du vif-argent & de l'air, de l'eau & de l'air: ces mélanges suffisent pour nous faire connoître ce qui arriveroit en mêlant ainsi différents liquides. Nous avons vû que la pression de l'air sou-

tient le vif-argent à la hauteur d'environ 28 pouces, & l'eau à celle de 34 pieds; il eſt aiſé de concevoir qu'un mélange de mercure & d'eau, doit néceſſairement être ſoutenu par la même force, à une hauteur moyenne, entre 28 pouces & 34 pieds.

Pour trouver la véritable hauteur du mélange, ſuppoſons que le vif-argent dont nous nous ſervons, ſoit 14 fois plus peſant que l'eau, & que l'état de l'Atmoſphére ſoit tel, que la peſanteur de l'air ſoutienne le vif-argent à 28 pouces: mettant donc 28 pouces d'eau dans le Tube, voici comment il faudra calculer; 28 pouces d'eau peſent autant que 2 pouces de mercure, car puiſque la gravité ſpécifique du vif-argent eſt 14 fois plus grande que celle de l'eau, 28 pouces ſont 14 × 2 pouces de vif-argent; mais l'air peut ſoutenir une colomne de 28 pouces de mercure, puis donc que 28 pouces d'eau peſent autant que 2 de vif-argent, en ôtant 2 de 28, il reſtera 26 pouces, qui eſt ce qu'il faudra ajoûter de vif-

argent aux 28 pouces d'eau, pour que le composé fasse équilibre avec la pression de l'air, ce qui fait en tout 54 pouces.

Supposons encore qu'on ait mis dans le Tube 14 pouces d'eau, comme 14 pouces d'eau pesent autant que 1 pouce de vif-argent, ôtant un de 28, il reste 27, qu'il faut ajoûter à 14, d'où il paroît que le le composé de vif-argent & d'eau se soutiendra à la hauteur de 41 pouces.

Si l'on veut combiner ensemble du vif-argent & de l'air, il sera beaucoup plus difficile d'estimer la hauteur du vif-argent, que dans le cas précédent; le problême est proprement algébrique, & il faut absolument employer l'Analyse pour le résoudre; sans le laisser tout-à-fait, je le renverserai seulement, & au lieu de calculer à quelle hauteur doit se tenir le vif-argent, en supposant qu'une quantité d'air déterminée occupe la partie supérieure du Tube, je vais enseigner le moyen de déterminer quelle quantité d'air occupe la partie supérieure du Tube, étant donnée dans le Tube de *Toricelli*, une

hauteur de mercure moindre que la hauteur ordinaire, en voici la formule.

Comme la hauteur ordinaire du Barométre, dans le temps de l'Expérience, eſt au complément * de la hauteur donnée : ainſi la partie du Tube qui reſte vuide de mercure après l'immerſion, eſt à celle qu'on a dû laiſſer pleine d'air avant l'Expérience.

Suppoſons, par exemple, un temps auquel le Barométre ſoit à 28 pouces : on propoſe de remplir un Tuyau de 36 pouces de long, partie d'air, partie de mercure, de maniere qu'après le renverſement, il y reſte 20 pouces de vif-argent : ſuppoſons que le Tube ſoit enfoncé d'un pouce dans le vif-argent de la Cuvette, enſorte qu'il n'y en ait plus que 35 au-deſſus de la ſurface de ce vif-argent : le complément de la hauteur donnée 20 pouces, ſera de 8, & la longueur de la partie du Tube qui doit reſter vuide après l'Expérience, ſera de 15 pouces, car il y a 35 pouces, de-

* Ce complément eſt la différence entre la hauteur de la colomne donnée, & celle du Barométre au temps de l'Expérience.

puis la surface du vif-argent de la Cuvette, jusqu'au haut du Tube, & on en suppose 20 remplis de mercure, il y en aura donc 15 de vuide; or nous devons dire par la formule, comme la hauteur ordinaire 28 pouces, est à 8 complément de la hauteur donnée, ainsi 15 longueur de la partie qui doit demeurer vuide après le renversement, est à $4\frac{2}{9}$ longueur de la partie qui aura dû rester vuide avant l'Expérience.

Si donc on emplit tout le Tube à la réserve de 4 pouces $\frac{2}{9}$ qu'on laissera pleins d'air, après le renversement ces 4 pouces $\frac{2}{9}$ monteront au haut du Tube, & quand on en aura plongé l'orifice dans la Cuvette, le vif-argent descendra à la hauteur donnée 20 pouces, & l'air qui n'occupoit d'abord que 4 pouces $\frac{2}{9}$ se dilatera tellement au haut du Tuyau, qu'il occupera alors 15 pouces. Dans cet exemple, le Tube qui avoit 36 pouces excédoit la longueur du Barométre, supposons à présent qu'il n'en ait que 24, & qu'il y en ait comme auparavant, un

pouce de plongé dans la Cuvette, il n'en reſtera donc plus que 23 au-deſſus; ſi on demande combien il faudra laiſſer d'air dans le Tuyau, pour que le vif-argent reſte après l'immerſion à la hauteur de 18 pouces, on calculera de même.

Le complément de 18 à 28, eſt 10, par conſéquent la partie ſupérieure du Tube qui doit reſter vuide après l'Expérience, eſt de 5 pouces, ſçavoir la différence de 18 à 23; diſons donc, comme 28 eſt à 10, ainſi 5, partie qui doit reſter vuide après l'immerſion, eſt à $1\frac{8}{9}$ eſpace qu'aura dû occuper l'air avant l'Expérience. Si donc on emplit tout le Tube de vif-argent, hormis 1 pouce $\frac{8}{9}$, le mercure reſtera après l'immerſion à la hauteur de 18 pouces.

Pour démontrer cette formule, il faut obſerver,

I. Que l'Air que nous reſpirons, eſt compoſé de parties compreſſibles ou élaſtiques, ou du moins qu'il eſt rempli de parties capables de céder, c'eſt-à-dire, de ſe laiſſer réduire à de moindres

dimenſions, par une force quelconque, comme pourroit être le poids de l'Atmoſphére ; ces parties tendent autant qu'elles peuvent à ſe débarraſſer de cette preſſion, & à r'acquérir leur premiere étenduë, en réagiſſant contre les Corps qui les environnent & les compriment, c'eſt ce que chacun peut obſerver dans une veſſie enflée : l'Air qu'elle contient ſe réduit, quand on la preſſe entre les mains, en un moindre eſpace ; mais auſſi-tôt qu'on ceſſe de preſſer, il ſe rétablit dans toute l'étenduë qu'il avoit auparavant ; on ſent manifeſtement quand on le comprime, l'effort avec lequel il paroît vouloir ſe débarraſſer de la violence qu'on lui fait.

II. Que cette puiſſance élaſtique de l'air eſt toujours égale à la force avec laquelle on le comprime, car ſi elle étoit moindre que cette force, l'air ſe laiſſeroit encore comprimer davantage, & ſi elle étoit plus grande, il ne céderoit pas tant, la réaction étant toujours égale à l'action. D'où il ſuit que la vertu élaſtique

de la moindre particule d'air que nous reſpirons, eſt égale au poids de la partie de l'Atmoſphére qui eſt au-deſſus d'elle, puiſque ce poids eſt la force qui la retient dans les dimenſions qu'elle a actuellement, ce qui peut paroître un Paradoxe ; cependant, comme nous avons déja dit, ſi la force élaſtique de cette petite partie d'air n'étoit pas auſſi grande, que celle du poids de la colomne de l'Amotphére qui eſt au-deſſus, elle céderoit à ce poids, qui la réduiroit dans un eſpace encore plus étroit.

III. Nous remarquerons, que plus on comprime l'air, plus on lui diminuë ſes dimenſions, & au contraire, que ſes dimenſions augmentent à proportion de ce qu'il ceſſe d'être comprimé. Le raiſonnement ſeul ne ſuffit pas pour nous faire découvrir dans quelle proportion ſes dimenſions diminuent par la compreſſion ; l'Auteur de la nature peut avoir diſpoſé les choſes d'une infinité de manieres différentes, de celle où nous les voyons ; il faut donc que l'Expérience nous faſſe

connoître comment ſa ſageſſe infinie les a ordonnées, c'eſt ce que nous examinerons dans la Leçon ſuivante : j'eſpere y démontrer que l'eſpace qu'occupe une quantité d'air déterminée, eſt toujours réciproquement comme la force qui le comprime.

Quand je dis que l'eſpace eſt réciproquement comme la force qui comprime, j'entens qu'à meſure que cet eſpace diminuë, la force augmente, & que cette eſpace augmente dans la même raiſon que la force diminuë ; ainſi une force double réduit l'air dans un eſpace moitié moindre, une force triple le réduit dans un eſpace ſoutriple ; de même auſſi la moitié de la force étant détruite, l'air ſe dilate dans un eſpace double ; & ſi on ôte les deux tiers de cette force, l'air ſe dilate & occupe un eſpace triple de ce qu'il occupoit auparavant. Or la force élaſtique étant, comme je l'ai déja prouvé, égale à la force de compreſſion, il s'enſuit qu'elle eſt auſſi réciproquement comme l'eſpace que l'air occupe ; je peux

regarder cette propriété comme si elle m'étoit accordée, & je démontre ainsi la vérité de notre formule.

Dans la Figure 33 & 34, soit *ae* le Tube proposé, *bc* la hauteur à laquelle on suppose le vif-argent, *bd* la hauteur ordinaire du mercure dans le Barométre; la pression de l'Atmosphére est contrebalancée dans le Tube de *Toricelli* par le poids de la colomne de mercure *bd*, ou *bc*, *cd* prises ensemble ; or dans notre Expérience elle est contrebalancée par le poids de la colomne de mercure *bc*, jointe à la pression de la quantité d'air renfermée dans la partie supérieure *ec* du Tube. Cette pression ne vient pas du poids de cet air renfermé, car il est presque insensible, mais elle vient de son élasticité ou de l'effort qu'il fait pour étendre ses dimensions, effort, qui doit nécessairement abaisser le vif-argent *cb*. Le poids des deux colomnes *bc*, *cd* jointes ensembles, est donc égal au poids d'une de ces colomnes *cb*, plus à la force élastique de l'air *ec*, & ces deux sommes

ſont égales à la preſſion de l'Atmoſphére ſur la ſurface du vif-argent de la Cuvette; le poids de la colomne de mercure *cd*, eſt donc égal à la force Elaſtique de l'air renfermé en *ec*; ſoit *ef* l'eſpace que cet air occupe dans ſon état naturel, & qui par ſon reſſort s'eſt étendu dans l'eſpace *ec* en abaiſſant le mercure en *c*; ſa force Elaſtique, quand il étoit dans ſon état naturel, étoit donc égale à la preſſion de l'Atmoſphére, & par conſéquent au poids de la colomne de mercure *bd*.

Nous voici donc parvenus à trouver que l'Elaſticité de l'air dans l'eſpace *ec*, eſt égale au poids de la colomne de mercure *cd*, & que l'Elaſticité du même air renfermé dans l'eſpace *ef*, eſt égale au poids de la colomne de mercure *bd*; l'Elaſticité de l'air en *ef*, eſt donc à celle du même en *ec*, comme la colomne *bd* eſt à *cd*: or par la propriété de l'air que je dois vous démontrer demain, ſçavoir que l'Elaſticité eſt réciproquement comme l'eſpace, il ſuit que l'Elaſticité de l'air en *ef*, eſt à ſon Elaſticité en *ec*, com-

me ec, est à ef; donc $bd, dc :: ec, ef$, c'est-à-dire, que la hauteur du Baromètre dans le temps de l'Expérience, est au complément de la hauteur donnée, comme la partie du Tuyau qui demeure vuide de mercure après l'Expérience, est à celle qu'on a dû laisser pleine d'air auparavant. *Ce qu'il falloit démontrer* (*a*).

(*a*) Pour trouver ec, ou cb, étant donné ef, Figure 33 & 34, ce qui est la converse de la proposition précédente, & qui, comme l'a remarqué l'Auteur, ne peut se résoudre que par l'Analyse; voici comme on peut s'y prendre.

Par la propriété de l'air qu'il a annoncée, sçavoir, que son Elasticité est réciproquement comme l'espace qu'il occupe, nous avons $ec : ef :: bd : dc$, ou $ec \times dc = ef \times bd$; d'où il paroît que la question se réduit seulement à trouver un point c, dans la ligne donnée ed prolongée, tel que le rectangle ce, par cd, soit égal au rectangle donné bd, par ef. Or comme les côtés ce, cd peuvent se rapporter également à leur difference de, & par conséquent peuvent se déterminer par la même Analyse, il sera plus simple de couper leur difference donnée de (Figure 35.) en deux parties égales, & de trouver la moitié de leur somme ge; d'où nous avons $ce = cg + gd$, & $cd = cg - gd$, & $ce \times cd = \overline{cg + gd} \times \overline{cg - gd} = \overline{cg}^2 - \overline{gd}^2 = bd \times ef$ par la condition du problême: ce qui nous donne ce Theorême. $\overline{cg}^2 = \overline{gd}^2 + bd \times ef$, ou $cg = \sqrt{\overline{gd}^2 + bd \times ef}$.

Dans l'exemple de la page 153. mettant bd de 30 pouces, de de 5, & ef de 5; $\frac{1}{2}$ de ou dg sera égal à 2,5 pouces, & par le Theorême $cg = \sqrt{\overline{gd}^2 + bd \times ef} = \sqrt{6,25 + 150} = 12,5$, dont la difference $cd = 10$, &

En faisant un changement convenable, on pourra se servir de la même formule, pour combiner de l'eau avec de l'air dans un Tube d'une longueur proposée : il faudra dire, par exemple, comme la hauteur de l'eau dans l'Expérien-

la somme $ce = 15$, & la colomne $cb = 20$ pouces.

Mais au lieu du Theorême Analytique, si on vouloit une construction Geométrique, voici ce qu'il faudroit faire. Dans les Fig. 35 & 36, ajoûtez $dh = ef$, à bd, hauteur ordinaire du Barométre, & sur le diamétre bh décrivez un demi-cercle qui coupera en i la ligne di, perpendiculaire au Tube au point d; coupez de en deux au point g, & joignant gi, du centre g, & du demi diamétre gi, décrivez un demi-cercle qui coupera le Tube au point c, où se doit terminer la colomne de vif-argent.

Par le Theorême précedent $\overline{cg}^2 = \overline{gd}^2 + bd \times ef = \overline{gd}^2 + bd \times dh$ par construction, $= \overline{gd}^2 + \overline{di}^2$ par la propriété du Cercle bhi, $= \overline{gi}^2$ par la propriété du Triangle rectangle gdi. Enfin si on desire une démonstration Synthetique; supposons k, le point ou le Cercle cik coupe le Tube prolongé, on aura donc $bd \times ef = bd \times dh$ par construction, $= \overline{di}^2$ par la proprieté du Cercle $bih = dc \times dk$ par la propriété du Celcle cik, & en changeant le premier & le dernier rectangle en proportion, on aura $ec : ef :: bd : dc$; donc en vertu du ressort de l'Air, le vif-argent restera en c. Le problême a deux solutions, parce que le Cercle cik coupe la ligne de en deux points, dont le point k a cette propriété dans notre problême, que si ek est rempli par une colomne de vif-argent, qui ait un vuide au-dessus d'elle, sa surface resteroit en k, & celle de la colomne inférieure en e, parce que l'Elasticité de l'air est égale au poids d'une colomne de la longueur ek, ou ed.

ce de M. *Pascal*, qui est d'environ 32 pieds, est au complément de la hauteur proposée, ainsi la longueur de la partie du Tube qui doit demeurer vuide d'eau après l'Expérience, est à celle qu'on a dû conserver pleine d'air auparavant.

Passons à présent à l'Expérience qu'on a faite au bas & au haut de l'Observatoire, & qui nous fournit une preuve de la pression de l'air aussi complette, que nous la puissions desirer (*a*).

Comme je ne vois point de difficultés

(*a*) A la bouteille de la Figure 37. dans laquelle il y a environ un pouce d'eau, on a fixé & scellé avec du mastic un Tuyau de verre, dont une extrêmité trempe dans l'eau de la bouteille : en soufflant un peu par ce Tuyau, on a élevé l'eau à une hauteur raisonnable ; on a placé la bouteille dans un vase, & on l'a environnée de sable ou de sel, pour conserver l'air qu'elle contient dans la même temperature ; on a mis un fil sur le Tuyau vis-à-vis la superficie de l'eau, & ensuite on a porté cet instrument tout au haut de l'Observatoire, & l'eau s'est élevée au-dessus du fil, ce qui montre évidemment que la pression de l'air est moindre au haut de l'Observatoire, qu'en bas dans la Cour ; car l'air de la bouteille étant de même temperature, conserve le même degré d'Elasticité, & presse sur l'eau avec la même force ; le poids de la colomne d'eau, & celui de l'Atmosphére contrebalancent la force Elastique de cet air : quand donc la colomne d'eau augmente, le poids de l'Atmosphére diminuë, par conséquent la pression de l'air est moindre au haut, qu'au bas de l'Observatoire.

ni d'objections raisonnables contre ces vérités, je ne m'arrêterai point à les prévenir; il vaut mieux observer, que non-seulement nous prouvons le poids de l'air dans cette derniere Expérience, mais encore qu'elle sert à déterminer le rapport de sa gravité spécifique à celle de l'eau; la hauteur de l'Observatoire où on a fait l'Expérience, est de 54 pieds: à cette hauteur l'eau s'est trouvée élevée de $\frac{1}{4}$ de pouce dans le Tuyau, donc une colomne d'eau de $\frac{1}{4}$ de pouce, ou de $\frac{1}{176}$ de pied, fait équilibre avec une colomne d'air de même base, & de 54 pieds, la gravité de l'eau est donc à celle de l'air, comme 54 à $\frac{1}{176}$, c'est-à-dire, comme 864 à 1.

Nous aurions pû nous servir du Tube de *Toricelli*, pour faire voir la différence des pressions de l'air, à différentes distances de la surface de la terre, si l'Observatoire avoit été plus élevé; mais la hauteur de 54 pieds, est trop peu considérable, pour qu'on puisse observer exactement l'abaissement du mercure qui

ne doit être que de $\frac{1}{10}$ de pouce; il a donc fallu se servir de l'expédient que nous avons employé au défaut de quelque haute montagne, sur laquelle nous aurions observé une altération sensible dans la hauteur du Barométre.

On fit une semblable Expérience en 1648, sur le *Puy de Domme* en Auvergne, par les soins & à la recommandation de M. *Pascal*: on y observa qu'à la hauteur de 3000 pieds de Roi, le vif-argent s'abaissoit dans le Tube de 3 pouces $\frac{1}{8}$. * M. *Caswel* a fait aussi une sembla-

* M. *Cassini* de *Thuri* a déterminé Géométriquement la hauteur du *Puy de Domme*, au-dessus du Jardin des Minimes, de 560 toises, c'est-à-dire, de 3360 pieds de Roi; & voici les Observations du Barométre que nous y avons faites ensemble, le 6. Août 1739.

Hauteur du Mercure	Aux Minimes	27 pouces	$0\frac{1}{2}$ lig.
	Au *Puy de Domme*	23	$9\frac{1}{2}$
Difference		3	3

Nous avons fait les mêmes Expériences le 6 Octobre 1739. sur la Montagne du *Canigou* dans les Pyrenées, dont la hauteur au-dessus du niveau de la Mer a été conclue de 1441 toises, ou 8646 pieds.

Haut. du Merc. à *Canet*	Au bord de la Mer	28 pouces	$0\frac{1}{2}$ lig.
	Au *Canigou*	20	$2\frac{1}{2}$
Difference		8	1

ble Expérience sur la Montagne *Snowdon* dans la Province de Galles, il a trouvé qu'à la hauteur de 3720 pouces, le vif-argent baissoit de 3 pouces $\frac{8}{10}$ mesure d'Angleterre.

Je ne sçaurois me dispenser d'ajoûter le résultat d'un calcul que j'ai fait du poids de toute l'Atmosphére, si ce poids étoit exprimé par un nombre de livres, il seroit d'une grandeur excessive ; je vais plutôt déterminer le diamétre d'une Sphere de plomb, qui peseroit autant que toute la masse d'air qui environne la surface de la Terre ; ce diametre seroit d'environ 60 milles. † Si quelqu'un veut faire lui-même ce calcul après moi, voici les Elemens qu'il doit employer.

Le poids d'une colomne d'air de la hauteur de l'Atmosphére, est égal à celui d'une colomne d'eau de même base, & de 34 pieds de haut (mesure Angloise) le demi diamétre de la Terre, est égal à 20949655 pieds, & la gravité

† C'est-à-dire, à peu près 21. lieuës.

ſpécique de l'eau eſt à celle de plomb, comme 1,000 à 11,325.

NEUVIE'ME LEÇON.

La denſité & le reſſort de l'Air, ſont comme la force qui le comprime; d'où l'on tire une méthode pour déterminer la nature & les limites de l'Atmoſphére.

NOUS avons démontré que l'air eſt Elaſtique, c'eſt-à-dire, qu'il a une force, en vertu de laquelle il tend conſtamment à s'étendre, & que cette force Elaſtique eſt toujours égale à celle qui le comprime; mais nous avons en même-temps ſuppoſé, que l'eſpace que l'air occupe eſt en raiſon réciproque, & par conſéquent ſa denſité en raiſon directe de cette même force; voyons à préſent ſi l'Expérience va confirmer ce que nous avons avancé.

Comme l'air peut devenir au plus rare, ou plus denſe qu'il n'eſt dans cette conſtitution, que nous appellons, peut-être improprement, ſon état naturel, nous

devons donc faire deux Expériences, l'une ſur l'Air quand il eſt plus dilaté & plus rare que celui que nous reſpirons, & l'autre quand il eſt plus condenſé. Soit donc *ae* (Fig. 33,) un Tube ſcellé hermétiquement en *e*, & ouvert en *a*; l'ayant rempli tout-à-fait de vif-argent, excepté un certain eſpace que nous laiſſons plein d'air ; enſuite ayant bouché l'orifice *a* avec le doigt, & renverſé le Tube pour laiſſer monter l'air dans la partie ſupérieure *ef*, ſi nous plongeons le bout *a* dans une Cuvette pleine de mercure, le vif-argent deſcendra juſqu'en *c*, & l'air *ef* ſe dilatera dans l'eſpace *ec*. Or ſoit *bd* la hauteur ordinaire du Barométre, vous pouvez vous reſſouvenir que nous avons démontré, que la force qui comprimoit l'air pendant qu'il occupoit l'eſpace *ef*, étoit égale au poids de la colomne de l'Atmoſphére, c'eſt-à-dire de la colomne de vif-argent *bd*, & que la force avec laquelle il eſt comprimé quand il occupe l'eſpace *ec*, eſt égale au poids de la colomne de vif-argent *dc*: ſi donc nous

trouvons par Expérience que l'eſpace *ec* eſt conſtamment à l'eſpace *ef*, comme la force qui comprime l'air en *ef*, eſt à celle qui comprime l'air en *ec*, c'eſt-à-dire, comme le poids de la colomne *bd*, eſt à celui de la colomne *dc*, ou ſimplement comme la longueur *bd*, eſt à la longueur *dc*, nous pouvons conclure avec aſſurance, que l'eſpace que l'air occupe quand il eſt raréfié, eſt réciproquement comme la force qui le comprime.

Pour découvrir ſi la même proportion ſubſiſte auſſi quand l'air eſt condenſé, nous nous ſervons d'un Tuyau recourbé Fig. 38. dont l'extrêmité *n* eſt ouverte, & l'autre *g* eſt ſcellée hermétiquement; verſant dans ce Tuyau autant de vif-argent qu'il en eſt néceſſaire pour remplir la courbure *ik*, de maniere qu'il enferme, dans l'eſpace *ig*, de l'air tel que nous le reſpirons, & que ſes ſurfaces dans les deux branches ſoient à niveau; il eſt évident que la preſſion de l'air *ig*, ſur la ſurface *i* du mercure, eſt égale au poids de la partie de l'Atmoſphére qui

preſſe ſur l'autre ſurface *k*, & par conſéquent, que le poids d'une colomne de vif-argent de la hauteur ordinaire du Barométre, eſt égale à la force qui comprime l'air en *ig*; or ſi par l'orifice *n* nous verſons encore du vif-argent, juſqu'à ce qu'il monte dans la longue branche en *m*, nous l'appercevrons s'élever en même-temps dans la plus courte branche en *h*: ainſi l'air ſera condenſé & réduit dans l'eſpace *hg*. Or dans ce cas, il eſt encore évident que la force qui comprime l'air dans l'eſpace *hg*, eſt égale au poids de la colomne de vif-argent *lm*, jointe au poids d'une colomne de la hauteur ordinaire du Barométre, ſçavoir de 27 ou 28 pouces (prenant le point *l*, au même niveau que le point *h*,). Si donc nous trouvons par Expérience que l'eſpace *gh* eſt conſtamment à l'eſpace *gi*, comme la force qui comprime l'air dans cet eſpace *gi*, eſt à la force qui comprime le même air, quand il eſt enfermé dans l'eſpace *hg*; c'eſt-à-dire, comme la hauteur ordinaire du Barométre,

eſt à cette hauteur ordinaire, jointe à la hauteur *lm*, nous pouvons encore conclure que quand l'air eſt condenſé, il occupe toujours une eſpace réciproque à la force qui le comprime.

Eſſayons donc ſi l'effet répondra à ce que nous attendons ; nous devons bien nous imaginer qu'il y aura toujours quelque petite différence, quelque précaution que nous prenions, à moins que les diamétres des Tubes *ec*, *gi* (Fig. 33, 38) ne ſoient véritablement Cylindriques, ce qui arrive rarement, ou peut-être jamais, & la cauſe de cette différence vient de ce que nous ſuppoſons les eſpaces *ef*, *ec*, *gi* & *gh*, l'un à l'autre comme les longueurs, ſuppoſition fauſſe, ſi les Tubes ne ſont pas parfaitement Cylindriques.

Ayant déja démontré par raiſonnement que le reſſort de l'air, eſt comme la force qui le comprime, & venant de prouver tout-à-l'heure, autant que l'inégalité inévitable des Tuyaux l'a pû permettre, que ſa denſité auſſi-bien que l'eſpace qu'il

occupe ſont réciproquement, comme la même force qui le comprime, nous avons ſuffiſamment de principes pour entreprendre la recherche des limites de l'Atmoſphére & de ſon état, c'eſt-à-dire de ſa rareté à une diſtance quelconque de la ſurface de la Terre.

Si l'air étoit par-tout de la même denſité, on auroit bien-tôt déterminé les limites de l'Atmoſphére; l'Expérience que nous avons faite hier au haut & au bas de l'Obſervatoire, nous apprend que la gravité ſpécifique de l'eau, eſt environ 850 fois plus grande que celle de l'air; (c'eſt ce que nous examinerons mieux par la ſuite dans une Expérience que nous ferons exprès,) & dans la ſemaine précédente, nous avons découvert par la balance Hydroſtatique, que le vif-argent eſt environ 14 fois plus peſant que l'eau; d'où il ſuit que le vif-argent eſt 14×850 fois, c'eſt-à-dire 11 mille 900 fois plus peſant que l'air: Or nous avons vu par l'Expérience de *Toricelli*, qu'une colomne de vif-argent de $29\frac{1}{2}$ pouces, eſt

en équilibre avec une colomne d'air de même baſe, & qui s'éleve juſqu'au haut de l'Atmoſphére. Si donc l'air étoit par-tout de la même denſité, qu'il eſt ici bas, ſa hauteur devroit ſurpaſſer $29\frac{1}{2}$ pouces autant de fois, que ſa gravité ſpécifique eſt excédée par celle du vif-argent; c'eſt-à-dire que la hauteur de l'Atmoſphére, en la ſuppoſant par-tout de même denſité, devroit être de $11900 \times 29\frac{1}{2}$ pouces, ce qui eſt un peu plus de $5\frac{1}{2}$ milles, à peu près 2 lieuës.

Mais il eſt facile de prouver que cette ſuppoſition ne doit point avoir lieu; car puiſque chaque couche d'air eſt comprimée, par la partie de l'Atmoſphére qui eſt au-deſſus d'elle, puiſque les parties les plus élevées ſont moins comprimées, enfin, puiſque la denſité de l'air eſt par-tout comme la force qui le comprime, il s'enſuit néceſſairement que l'air ſera toujours d'autant plus rare, qu'il s'éloignera davantage de la ſurface de la Terre. Mais de combien l'air eſt-il capable de ſe raréfier & de ſe condenſer? c'eſt

ce que perſonne que je ſçache n'a encore déterminé. M. *Boyle* a obſervé qu'il peut ſe dilater juſqu'à devenir 10000 fois plus rare, qu'il n'eſt dans ſon état naturel, & M. *Halley* dit qu'il l'a vu 60 fois plus condenſé, que celui que nous reſpirons; M. *Papin* rapporte encore qu'il ſe trouva une fois préſent, quand M. *Huyghens* le comprima au même degré que je viens de rapporter, & que le vaiſſeau en éclatta. Cependant on n'a jamais pû déterminer par Expérience, juſqu'à quel point l'air pourroit ſe raréfier ou ſe condenſer: quoiqu'il en ſoit, il eſt certain qu'il y a dans la nature des bornes au-delà deſquelles on ne ſçauroit aller; la condenſation, par exemple, ne ſçauroit aller juſqu'à la pénétration des parties, & ſi la raréfaction de l'air eſt d'autant plus grande, que ſa diſtance à la ſurface de la Terre eſt augmentée, ſon reſſort ſera auſſi d'autant plus affoibli, que la force avec laquelle chaque petite partie d'air tend à s'éloigner de celles qui ſont au-deſſous d'elle ſera devenuë moindre que la for-

ce de sa gravité qui la ramene constamment vers le centre de la terre : la raréfaction de l'Air sera donc limitée, là où ces deux forces opposées seront en équilibre.

Quoiqu'il soit certainement vrai qu'à cause de la gravité, l'air ne sçauroit se dilater au-delà d'un certain terme ; cependant comme personne jusqu'ici n'a pû déterminer sa plus grande expansion, il est également certain qu'il n'est pas possible de déterminer exactement les limites de l'Atmosphére ; car comme l'air peut devenir de plus en plus rare, une quantité d'air aussi pesante qu'une colomne de vif-argent de 30 pouces de long, pourra aussi de plus en plus s'étendre & devenir plus rare, au moyen de quoi les limites de l'Atmosphére pourront se reculer jusqu'à l'infini.

Malgré cette difficulté apparente, nous pouvons toujours connoître de combien l'air est raréfié à une distance donnée de la surface de la Terre, par la méthode suivante.

Soit

Soit *xaapx* (Fig. 39.) un vaiſſeau dont le fond *aa* touche la ſurface de la Terre, & dont la partie ſupérieure *xx* s'étende juſqu'au haut de l'Atmoſphére : imaginons le côté *ax* diviſé en pluſieurs intervalles *ab*, *bc*, *cd*, &c. chacun d'un pouce, & ſoient menées les lignes *bk*, *cl*, *dm*, &c. paralléles à *aa* : il eſt évident que l'air contenu dans l'eſpace *bkcl*, eſt plus rare que celui qui eſt renfermé dans l'eſpace *aabk*, car la colomne *xclx* qui preſſe au-deſſus du premier, eſt moindre que la colomne *xbkx* qui preſſe au-deſſus de l'autre. Par la même raiſon, l'air enfermé dans l'eſpace *cdml*, eſt plus rare que celui qui eſt renfermé en *bkcl*; & ainſi de ſuite, l'air de chaque couche d'un pouce, eſt plus rare que celui de la couche qui eſt immédiatement au-deſſous: ſuppoſons à préſent que chaque couche d'air d'un pouce, ſoit par-tout de la même denſité, c'eſt-à-dire que dans toute l'étenduë *ak* l'air ſoit de même denſité, mais cependant plus denſe que celui qui occupe l'étenduë *bl*, & que celui-ci ſoit auſſi par-

tout de même denſité, mais cependant plus denſe que celui qui eſt dans l'eſpace *cm*, & ainſi de ſuite. Suppoſons encore que l'air contenu dans l'eſpace *bl* ſoit réduit en un moindre volume, enſorte qu'il devienne de même denſité que l'air *ak*, ce qui ſe détermine aiſément en faiſant l'eſpace *bq* moindre que *bl*, dans la même raiſon, que l'air *bl* eſt moins denſe que l'air *ak*; ſoit de même l'air *cm* réduit à l'eſpace *cr*, l'air *dn* à l'eſpace *ds*, &c. en un mot, que chaque couche d'air ſoit réduite à la même denſité que l'air *ak*. Or il eſt évident par cette conſtruction, que les eſpaces *ak*, *bq*, *cr*, *ds*, &c. ſeront comme les denſités reſpectives de toutes les couches *ak*, *bl*, *cm*, *dn*; & l'on voit encore que la quantité, ou le poids de l'air qui s'étend de chacun de ces eſpaces juſqu'à l'extrêmité de l'Atmoſphére, ſera comme la ſomme de tous les eſpaces réduits qui ſe trouveront au-deſſus de l'eſpace propoſé; ainſi la quantité ou le poids de l'air au-deſſus de l'eſpace *ak*, ſera comme la ſomme des eſpa-

paces *bq*, *cr*, *ds*, *et*, *fv*, &c. car l'air étant par-tout réduit à la même denſité, ſa quantité ou ſon poids ſera comme l'eſpace qu'il occupe.

Ce qui m'étant une fois accordé, voici la concluſion que j'en tire : Si on a un nombre de diſtances de la ſurface de la Terre qui ſoient en proportion Arithmétique, les denſités de l'air à ces diſtances ſeront en proportion Geométrique ; car puiſque (par l'Expérience qui a été faite aujourd'hui,) la denſité de l'air eſt toujours comme la force qui le comprime, nous devons conclure que la denſité de l'air à chaque diſtance de la ſurface de la Terre, eſt comme la quantité ou le poids de la partie de l'Atmoſphére, qui eſt au-deſſus de lui ; donc dans notre figure les denſités de l'air en *ak*, *bl*, *cm*, ſont l'une à l'autre reſpectivement, comme les quantités d'air au-deſſus de *bk*, *cl*, *dm*.

Mais nous avons vu auparavant, que ces denſités ſont comme les eſpaces *ak*, *bq*, *cr*, reſpectivement, & les quantités qui s'étendent juſqu'au haut de l'Atmoſphére,

ſont auſſi comme les eſpaces $xb\beta qrstvx$, $xc\gamma rstvx$, $xd\delta stvx$; il ſuit donc que les eſpaces ak, bq, cr ſont entr'eux reſpectivement, comme $xb\beta qrstvx$, $xc\gamma rstvx$, $xd\delta stvx$.

Maintenant, les premiers eſpaces ak, bq, cr ſont les différences des derniers, & tous ceux qui connoiſſent la nature des proportions, ſçavent bien que quand pluſieurs quantités ſont l'une à l'autre reſpectivement comme leurs différences, alors les quantités, comme auſſi leurs différences, ſont en progreſſion Geométrique (*a*).

Les eſpaces ak, bq, cr, ſont donc en progreſſion Geométrique, quand les diſtances ab, ac, ad, ſont en progreſſion Arithmétique ; & comme les denſités de l'air qui eſt dans ces trois premieres couches, ſont en progreſſion Geométrique, les denſités de celui des autres couches, qu'on ſuppoſe multipliées juſqu'au haut de l'Atmoſphére, décroiſſent auſſi dans la

(*a*) Si on a $a : a - b :: b : b - c :: c : c - d$, on aura *Convertendo* $a : b :: b : c :: c : d$.

même progreſſion Geométrique, comme on peut s'en convaincre en faiſant le même raiſonnement.

J'ai ſuppoſé juſqu'ici pour plus grande facilité, que l'air de chaque couche d'un pouce de hauteur, eſt de même denſité dans toute ſon étenduë : à la vérité, la ſuppoſition n'eſt pas abſolument exacte, car la denſité de l'air varie, pour peu que la hauteur change ; cependant notre concluſion n'en eſt pas moins certaine, parce que ſi au lieu de diviſer l'Atmoſphére en couches d'un pouce, comme nous avons fait, nous la diviſons en parties infiniment petites, & qu'on leur applique ce que nous venons de dire des couches d'un pouce, on trouvera toujours la même choſe.

Maintenant, parce que la rareté d'un Corps eſt réciproquement comme ſa denſité, nous pouvons auſſi conclure, que quand les diſtances de la ſurface de la Terre, croiſſent en progreſſion Arithmétique, les différents degrés de rareté de l'air croiſſent en progreſſion Geométrique.

M. *Halley* eſt le premier, à ce que je crois, qui ait obſervé cette propriété de l'air, mais parce que ſa démonſtration ne ſçauroit être entenduë de ceux qui ne connoiſſent pas la nature de l'hyperbole, & que M. *Gregory* dans la démonſtration qu'il en a auſſi donnée dans ſon cinquiéme Livre d'Aſtronomie, ſuppoſe que ſon Lecteur ſçait les propriétés de la ligne Logarithmique. J'ai tâché de rendre cette choſe intelligible, par une méthode qui fut à la portée de tout le monde, même de ceux qui n'ont jamais entendu parler de lignes courbes. Voyons à préſent quel ſecours nous pouvons tirer de cette propriété, pour déterminer de combien l'air eſt réellement raréfié à une élévation quelconque, au-deſſus de la ſurface de la Terre.

Puiſque les degrés d'élévation ſont les termes d'une progreſſion Arithmétique, comme les degrés de rareté le ſont d'une progreſſion Geométrique, il ſuit que l'élévation eſt par-tout proportionnelle au Logarithme de la rareté; ſi donc nous

pouvons trouver par Expérience la rareté de l'air à une élévation quelconque, nous pourrons par la regle de trois, trouver quelle eſt ſa rareté, à une autre élévation propoſée, en diſant: Comme l'élévation à laquelle l'Expérience a été faite, eſt à l'élévation propoſée, ainſi le Logarithme de la rareté de l'air à la premiere ſtation, eſt au Logarithme de ſa rareté à la hauteur propoſée. Ainſi il ſuit de la fameuſe Expérience du *Puy de Dome*, qu'à la hauteur de 7 milles, l'air eſt un peu plus de 4 fois plus rare, qu'à la ſurface de la Terre. Par la même méthode, il ſuit de l'Expérience de M. *Caſwel* ſur la Montagne *Snowdon*, qu'à la même hauteur de 7 milles, l'air n'eſt pas tout-à-fait 4 fois plus rare, qu'à la ſurface de la Terre: la différence de part & d'autre eſt très-peu conſidérable. Nous pouvons donc prendre un milieu, & dire en nombres ronds, qu'à la hauteur de 7 milles, l'air eſt environ 4 fois plus rare, que celui que nous reſpirons.

M. *Newton* s'eſt ſervi de cette même

proportion dans les additions qu'il a faites à son Optique (*a*), il est difficile d'appercevoir surquoi il se fonde ; néanmoins je m'en tiens à mon propre calcul.

Par ce qui vient d'être prouvé, sçavoir que la rareté de l'air augmente en progression Geométrique, tandis que sa hauteur croit en progression Arithmétique, on trouve qu'à chaque hauteur de 7 milles, l'air devient 4 fois plus rare ; ainsi à la hauteur de 14, il est 16 fois plus rare ; à la hauteur de 21 milles, il est 64 fois plus rare ; à 28 milles, 356 fois ; à 35 milles, 1024 fois ; à 70 milles, 1,000 000 fois ; à 140 milles, il est 1000 000 000 fois, & à 210 milles, 1000 000 000 000 fois plus rare, s'il est possible qu'il puisse acquérir de si grandes dimensions ; d'où nous pouvons aisément appercevoir qu'à la hauteur de 500 milles, si l'Atmosphére s'étendoit aussi loin, il seroit si raréfié, qu'une bulle d'air

(*a*) Dans la derniere édition, il le fait 4 fois plus rare à la hauteur de $7\frac{1}{2}$ milles, & 16 fois plus rare à la hauteur de 15 milles, & ainsi de suite ; mais il ne dit pas la raison de ce changement.

d'un pouce de diamétre, tel que celui que nous reſpirons, s'étendroit dans un eſpace auſſi conſidérable que la Sphere de Saturne. Le demi diamétre de la Terre, eſt d'environ 4000 milles, & celui de Saturne, eſt 8 × 5000,000.

C'eſt donc avec grande raiſon, que l'Excellent Philoſophe dont je viens de parler, nous dit dans ſes principes, que l'air à la hauteur d'un demi diamétre de la Terre, eſt au moins auſſi raréfié, que je viens de faire voir qu'il l'eſt à une hauteur 8 fois moindre.

Il paroît par les Obſervations des Aſtronomes ſur la durée du Crepuſcule, & la grandeur de l'ombre de la Terre dans les Eclipſes de Lune, que l'effet de l'Atmoſphére pour réflechir & intercepter la lumiere, eſt ſenſible même à la hauteur de 40 & 50 milles, nous ſommes donc ſûrs que l'Atmoſphére s'étend juſques-là, & nous ſçavons par-tout ce qui a été dit, qu'à cette hauteur l'air eſt environ 10 000 fois plus rare, qu'à la ſurface de la Terre; mais de combien au-

delà de cette hauteur de 40, ou 50 milles, l'Atmoſphére s'étend-elle encore ? c'eſt ce que j'avouë, que j'ignore entiérement, n'ayant rien d'où je puiſſe conclure une plus grande hauteur avec certitude. A la vérité, on a vu ſouvent quelques parties lumineuſes, aux environs du Zenith même, à minuit, mais je n'oſe rien conclure de ces apparences ; ſi j'aſſurois, comme quelques-uns ont fait, que ces parties lumineuſes ne ſont autre choſe, que quelques exhalaiſons Terreſtres qui flottent dans l'air à une hauteur prodigieuſe, & qui nous réflechiſſent la lumiere du ſoleil, à laquelle elles peuvent être expoſées à une ſi grande hauteur ; il me paroît qu'il ſeroit enſuite impoſſible d'expliquer d'une maniere un peu ſupportable, pourquoi ces exhalaiſons pourroient être aſſez denſes pour réflechir tant de lumieres à une ſi grande hauteur, & ſe ſoutenir en même-temps dans un milieu, j'oſe le dire, infiniment plus rare, que l'air que nous reſpirons. Il paroît plus probable que ces lumieres viennent de

quelques ſubſtances lumineuſes, ou phoſphores Aëriens.

Le 20. Mars 1706. il parût à 10 heures du ſoir un Phœnomene de cette eſpece à *Cambridge*, & en d'autres lieux éloignés, il y avoit un Cercle de lumiere d'environ les deux tiers de la largeur de la voie lactée, mais beaucoup plus luiſant; ſa hauteur approchoit de celle de notre Zenith, en s'inclinant d'environ 4 ou 5°. vers le Nord, elle étoit très-vive & bien terminée vers l'horiſon Occidental, & plus foible vers le Zenith, où elle commença à diſparoître, & devint auſſitôt aurore boréale. Un de mes amis vit le même Phœnomene dans la Province de *Lincoln*, à 70 milles du Nord de *Cambridge*, le demi Cercle lui paroiſſoit dans le plan de l'Equateur. De ces deux Obſervations comparées enſemble, il eſt aiſé de conclure que cette matiere lumineuſe étoit élevée au-deſſus de la Terre d'environ 40, ou 50 milles.

Voilà ce que j'avois à vous dire ſur la nature & les limites de l'Atmoſphére.

On s'attend peut-être que je vais ajoûter quelque choſe ſur la cauſe de l'Elaſticité de l'air, ſur laquelle ſont fondées toutes nos concluſions; je vous avouërai que de toutes les hypotheſes qu'on a imaginées là-deſſus, celle de M. *Newton* me paroît la plus plauſible. Il a démontré dans le ſecond Livre de ſes Principes, que ſi les particules d'air, ſont de nature à ſe repouſſer, à s'éloigner les unes des autres, avec des forces centrifuges réciproquement proportionnelles à leurs diſtances, elles doivent compoſer un Fluide élaſtique, dont la denſité ſera toujours comme la force qui le comprime, & ceux qui voudront ſe donner la peine de lire les dernieres additions qu'il a faites à ſon Optique, verront que cette hypotheſe n'eſt pas avancée ſans fondement.

DIXIE'ME LEÇON.

Effets de la pesanteur & de l'Elasticité de l'air dans les Seringues, Pompes, Syphons, Marbres polis, Ventouses, &c. comme aussi dans la respiration & le succement.

J'Ai prouvé suffisamment que l'air a une pesanteur actuelle, dont il presse tous les Corps qui lui sont contigus; nous avons trouvé qu'à la surface de la Terre, la pression d'une colomne d'air de toute la hauteur de l'Atmosphére, est égale au poids d'une colomne de vif-argent de même base, & de $29\frac{1}{2}$ pouces, ou bien au poids d'une colomne d'eau de même base, & d'environ 34 pieds de hauteur; j'ai encore fait voir que cette pression diminuë toujours, à mesure qu'on s'éleve au-dessus de la surface de la Terre; que l'air a une vertu ou puissance Elastique, par laquelle il tend autant qu'il lui est possible à s'étendre & à acquérir de plus grandes dimensions; que cette vertu ou puissance Elastique de l'air, est égale à

la force qui le comprime ; que l'espace qu'il occupe est toujours réciproquement, & par conséquent sa densité directement comme cette même force ; que les degrés de densité de l'Atmosphére, sont différens à différentes hauteurs, l'air étant toujours d'autant plus rare qu'il est plus élevé ; enfin, j'ai démontré que la rareté de l'air croit en progression Geométrique, à mesure que sa hauteur croit en progression Arithmétique, & qu'ainsi à chaque 7 milles d'élévation, il est toujours 4 fois plus rare.

Venons à présent aux effets qu'on attribuoit autrefois à l'horreur du vuide, & qui dépendent ou de la pesanteur, ou de l'Elasticité de l'air ; nous pouvons compter parmi ces effets, les Phœnomenes des Seringues, Pompes, Syphons, Marbres polis, Ventouses, en un mot, ceux de la respiration & du succement.

M. *Pascal* dans son Traité de la pesanteur de l'air, a très-bien rendu raison de ces effets, c'est pourquoi je vous rapporterai la plupart de ses explications,

il ſeroit inutile d'en chercher de meilleures. Sa méthode conſiſte à rapporter d'abord les principaux effets qu'on attribuoit à l'horreur du vuide, & à faire voir enſuite qu'ils ſont une ſuite néceſſaire de la preſſion de l'air.

Premierement donc, *on écarte difficilement un ſoufflet dont les ouïes & le bout ſont exactement fermés, & quand on veut l'écarter, on ſent une réſiſtance comme ſi les côtés du ſoufflet étoient collés l'un contre l'autre: de même le piſton d'une Seringue, dont on a bouché l'ouverture, réſiſte à la force qui le tire vers le haut, comme ſi quelque choſe le retenoit au fond.*

On prétendoit, que ces effets venoient de l'horreur que la nature a du vuide, qui ne manqueroit pas d'arriver ſi on écartoit les deux aîles du ſoufflet, ou ſi on tiroit en haut le piſton de la Seringue; & cette raiſon ſe trouvoit confirmée, parce qu'on ne ſent plus aucune réſiſtance, ſitôt qu'on laiſſe entrer l'air dans l'une ou l'autre de ces cavités.

II. *On ſépare difficilement deux Marbres*

polis appliqués exactement l'un sur l'autre ; il semble qu'ils soient étroitement attachés.

On prétendoit encore, que cette cohésion venoit de l'horreur que la nature a du vuide, qui existeroit dans le temps que l'air employeroit à passer des bords, au centre de ces Marbres.

III. *Quand on plonge dans l'eau le bout d'une Seringue, & qu'on tire le piston, l'eau monte dans la Seringue, & suit ce piston, comme si elle lui étoit attachée : de même dans une Pompe, qui est une grande Seringue, l'eau monte & suit le piston quand on l'éleve.*

On disoit encore, que cette élévation de l'eau venoit de l'horreur du vuide, qui arriveroit dans l'espace compris entre la surface de l'eau & le piston, si l'eau ne le suivoit pas, puisqu'il n'y a point d'air entre deux ; ce qui est confirmé, parce que l'eau ne monte plus, sitôt qu'on laisse entrer l'air dans la cavité de la Seringue par quelque moyen.

De même, si on met dans l'eau le bout d'une soufflet dont on a bouché les ouïes,

&

& qu'on en écarte les Aîles, l'eau montera & emplira ſa cavité. Pareillement, quand on met la bouche dans l'eau & qu'on ſuçe, on attire l'eau par la même raiſon; car on peut comparer les poumons à un ſoufflet, & l'air entre dans les poumons quand on reſpire, comme il entre dans la cavité d'un ſoufflet, quand on en écarte les aîles.

Pareillement, ſi on allume un morceau de papier dans une bouteille, & que tout d'un coup on la renverſe dans un vaiſſeau plein d'eau, à meſure que la flamme diminuë, on voit l'eau s'élever dans la bouteille; car l'air qui y avoit été rarefié par la flamme, venant enſuite à être condenſé par l'eau froide, & par conſéquent à contracter ſes dimenſions, doit ſe retirer, & laiſſer monter l'eau pour emplir l'eſpace qu'il abandonne.

IV. *Si on emplit d'eau une bouteille, & qu'après l'avoir renverſée on en plonge l'orifice dans un vaiſſeau plein d'eau, celle de la bouteille y demeurera ſuſpenduë ſans qu'il en tombe une ſeule goutte.*

On disoit encore, que cette suspension venoit de l'horreur du vuide ; car il devroit nécessairement y avoir un espace vuide, si l'eau venoit à descendre, puisque l'air ne sçauroit s'insinuer pour prendre sa place, ce qui est confirmé par une Observation, sçavoir, que si on laisse entrer l'air par quelque ouverture, l'eau descend aussi-tôt.

V. *Si on emplit d'eau un Syphon, qu'on en plonge les branches, chacune dans un vaisseau plein d'eau ; si l'un de ces deux vaisseaux est plus élevé que l'autre, l'eau coulera dans le moins élevé, jusqu'à ce que l'autre soit épuisé, & couleroit toujours, si on avoit soin de remplir celui qui s'épuise.*

On prétendoit encore, que cet écoulement venoit de l'effort que la nature faisoit pour prévenir le vuide, qui arriveroit au haut du Syphon, si l'eau de chaque branche descendoit dans le vaisseau qui est au bas, comme il arrive ordinairement, quand on fait quelque ouverture au haut du Syphon.

Il y a encore beaucoup d'autres effets

de cette nature, dont nous ne parlons cependant pas, parce qu'ils ſont à peu près les mêmes que ceux que nous venons de rapporter, & dans leſquels on ne remarque rien autre choſe, ſinon que tous les Corps qui ſe touchent, réſiſtent à l'effort qu'on fait pour les ſéparer, quand l'air ne ſçauroit s'introduire à leur place; ſoit que cet effort vienne de leur peſanteur, comme dans les Expériences où l'eau montoit & reſtoit ſuſpenduë malgré ſon propre poids, ſoit que cet effort vienne de quelque force appliquée pour les déſunir, comme dans le premier exemple.

Voyons à préſent comment tous ces effets qu'on a attribués à l'horreur du vuide, dépendent de la preſſion de l'air.

Pour expliquer comment la preſſion de l'air peut-être la cauſe de la difficulté que nous appercevons à écarter les Aîles d'un ſoufflet, dans lequel l'air ne peut entrer, M. *Paſcal* ſuppoſe que ſon Lecteur ſe reſſouvient de ce qu'il a enſeigné, dans ſon Traité de l'équilibre des Li-

queurs, ſçavoir que ſi on place dans une cuve d'eau d'environ 20 pieds de profondeur, un ſoufflet dont l'orifice ſorte au-deſſus de la ſurface de l'eau, il ſera très-difficile d'en écarter les Aîles, & d'autant plus difficile, que la hauteur de l'eau au-deſſus des Aîles du ſoufflet ſera plus grande : cette réſiſtance vient manifeſtement du poids de l'eau ſur le ſoufflet, puiſqu'avant que de verſer l'eau dans la cuve, on n'avoit aucune difficulté à en écarter les Aîles ; & qu'à meſure qu'on a verſé de l'eau, la réſiſtance eſt augmentée, & eſt toujours devenuë égale au poids de l'eau qu'on a verſé ſur le ſoufflet : car comme l'eau ne ſçauroit entrer dans la cavité du ſoufflet, à cauſe que ſon orifice eſt hors de la cuve, il eſt évident que les Aîles ne ſçauroient être ſéparées, ſans élever ou ſoutenir la maſſe d'eau qui eſt au-deſſus ; or on ne peut pas dire ici que cette réſiſtance vienne de l'horreur du vuide, puiſque l'air a un paſſage libre dans la cavité du ſoufflet par l'orifice du Tuyau ; il eſt donc très-certain que cette

réſiſtance vient entiérement du poids de l'eau.

Ce qui a été dit du poids de l'eau, peut s'appliquer à celui de tout autre Fluide ; car ſi le ſoufflet eſt mis dans un vaiſſeau plein de vin, on ſentira une pareille réſiſtance, ce qui arrivera auſſi quand on ſe ſervira d'air, d'huile, de vif-argent, ou de tout autre Fluide. C'eſt donc une regle générale & un effet néceſſaire de la peſanteur des Fluides, que ſi un ſoufflet eſt enfoncé dans un Fluide quelconque, de maniere, qu'il ne puiſſe pas pénétrer dans ſa cavité, le poids du Fluide qui eſt au-deſſus, cauſe la réſiſtance qu'on ſent quand on en écarte les Aîles ; ſi donc nous appliquons cette regle générale à un Fluide particulier, tel que l'air ; nous pouvons dire que quand un ſoufflet ſera bouché, de maniere que l'air ne puiſſe pas entrer dedans, le poids de la maſſe d'air qui ſera au-deſſus, fera ſentir de la réſiſtance, quand on en voudra écarter les Aîles ; & qu'on ceſſera d'en appercevoir ſitôt qu'on laiſſera entrer l'air.

Ce qui a été dit sur cet effet, peut servir pour tous les autres, sur lesquels je ne m'étendrai pas comme sur celui-ci.

On a vû dans la premiere semaine, que la pression d'un Fluide peut produire des effets semblables à ceux des Seringues, Pompes, Syphons, Marbres polis, & j'en ai fait l'application à l'air en même-temps; je n'insisterai donc pas là-dessus davantage. Ç'eût aussi été le lieu de rapporter l'Expérience du soufflet, qui ne s'exécute pas aussi aisément qu'on l'a décrit; quoiqu'il en soit, la description peut servir au moins à rendre évidente la conclusion qui en a été tirée par M. *Pascal*; car ceux qui ont la moindre connoissance de l'Hydrostatique, voyent évidemment que l'effet y répondra nécessairement.

On peut dire aussi la même chose de l'Expérience suivante, proposée par le même Auteur pour expliquer l'effet des Ventouses. Il suppose un Tube de 20 pieds de long, ouvert par ses deux extrémités, dont l'orifice inférieur seroit élar-

gi en forme d'entonnoir, & appliqué sur la cuisse d'un homme assis dans l'eau à une profondeur considérable, & dont l'autre extrêmité seroit hors de l'eau ; ensorte que la seule partie enfermée sous cet entonnoir fut exempte de la pression de l'eau : dans ce cas, dit cet illustre Auteur, la partie enfermée sous le Tube seroit considérablement tumefiée.

Or il est clair que cette tumeur n'est pas causée par l'horreur du vuide, puisque le Tube est ouvert par en haut, & qu'il n'arriveroit rien de semblable s'il n'y avoit point, ou seulement très-peu d'eau sur tout le reste du Corps ; il est donc très-certain que cet effet dépend uniquement de la pesanteur de l'eau, car si elle presse toutes les autres parties du Corps à la réserve seulement, de celle qui est renfermée sous le Tube, à laquelle elle ne sçauroit toucher, elle obligera le sang & les autres parties capables de céder, à s'élever, où il y aura moins de pression, ce qui causera une tumeur.

Ce qui a été dit de la pression de

l'eau, ſe trouvera également vrai pour tout autre Fluide, par conſéquent la preſſion de l'air peut cauſer une ſemblable tumeur, ſi elle eſt plus grande ſur les autres parties du Corps, que ſur celle qui eſt dans la Ventouſe ; & elle l'eſt effectivement, car l'air de la Ventouſe ayant été très-raréfié, & chaſſé en partie par la chaleur, ſon reſſort ſe trouve bien affoibli, quand il s'eſt remis à la même temperature, & par conſéquent agit moins ſur la partie renfermée dans la Ventouſe, que l'air extérieur ne fait ſur les autres parties.

Il eſt inutile, à ce que je crois, d'expliquer à préſent comment on fait monter l'eau, quand on y met la bouche & qu'on ſuçe ; car il eſt clair que l'air extérieur peſe ſur toute la ſurface de l'eau, excepté ſur la partie qui eſt couverte par la bouche : & quand les muſcles de la reſpiration viennent à élever la poitrine & en augmentent la capacité, l'air intérieur ſe trouvant dans un plus grand eſpace qu'auparavant, conſerve moins de force

pour réſiſter à l'eau & à l'air extérieur qui preſſe pour la faire entrer ; c'eſt encore ainſi qu'on explique l'attraction, ou ſuccion d'une liqueur au travers d'un Tuyau, ce qui differe très-peu de l'effet de la Seringue ; de même l'enfant qui tette à la mamelle de ſa nourrice, en tire le lait par le moyen de la preſſion de l'air qui s'étend de tous côtés ſur la mamelle, excepté ſur la partie que l'enfant couvre de ſa bouche ; enfin c'eſt par la même raiſon, que l'air entre dans les poumons quand on reſpire ; car à meſure que la la poitrine ſe dilatte, l'air entre dedans par le poids de l'Atmoſphére ; ce qui eſt ſi intelligible & ſi naturel, qu'il eſt étonnant que des Phyſiciens ayent été chercher l'horreur du vuide, & penſer à des qualités occultes & autres cauſes chimériques.

On peut ainſi faire voir, que tous les autres effets qu'on avoit autrefois attribués à l'horreur du vuide, dépendent de la preſſion de l'air, c'eſt ce qui paroîtra évidemment à ceux qui ont quelques

principes d'Hydroſtatique, & qui ſont convaincus que l'air eſt peſant; ce que j'ai ſuffiſamment prouvé, à ce que je crois, & que je confirmerai de plus en plus dans la ſuite.

Mais comme le poids de l'air n'eſt pas infini, & qu'il a ſes bornes, auſſi les effets qui en dépendent ſont-ils limités; ainſi une Pompe ne peut pas élever l'eau à toute ſorte de hauteur. Nous ſçavons qu'une colomne d'eau de 34 pieds, fait équilibre avec la preſſion de l'Atmoſphére; c'eſt donc la plus grande hauteur à laquelle l'air puiſſe élever l'eau dans une Pompe. Cependant quand il eſt un peu plus peſant qu'à l'ordinaire, l'eau monte un peu plus haut, mais rarement va-t'elle juſqu'à 36 pieds; de même l'eau ne s'éleve pas tout-à-fait à 34 pieds quand l'air eſt un peu plus leger qu'à l'ordinaire, mais elle eſt toujours au-deſſus de 32.

Si le Phœnomene de la Pompe dépendoit de l'horreur du vuide, comme on le croyoit avant le temps de Galilée,

l'eau devroit monter continuellement : car pourquoi la nature ne conserveroit-elle pas son aversion pour le vuide au-delà de 32 pieds ? aussi ceux qui soutenoient ce sentiment, assuroient que l'eau pouvoit monter à toute sorte de hauteur. Mais Galilée ayant observé qu'il y avoit des bornes au-delà desquelles l'eau ne pouvoit s'élever davantage, il en prit occasion d'attaquer la doctrine de l'école sur l'horreur du vuide, qui commença dès-lors à devenir très-suspecte, & à sa place il substitua heureusement la pesanteur de l'air ; ce n'étoit encore qu'une hypothese, puisqu'elle n'étoit pas confirmée par les Expériences qu'imagina quelques temps après son disciple *Toricelli*, & les autres Physiciens qui l'ont suivi, particuliérement notre illustre M. *Boyle*.

Ce qui a été dit des Pompes, doit aussi s'entendre du Syphon. On a cru d'abord qu'on pourroit conduire l'eau sur les plus hautes montagnes, par le moyen de cet instrument, si le lieu dans lequel elle se déchargeoit, étoit plus bas que

le réſervoir ; mais nous ſommes à préſent aſſurés du contraire par des Expériences réïtérées : l'eau ne s'éleve pas plus dans le Syphon, que dans les Pompes, c'eſt-à-dire au-deſſus de 34 pieds, puiſque la preſſion de l'air produit ces deux effets.

Comme l'adhérence des Marbres polis vient auſſi de la preſſion de l'air, la force néceſſaire pour les ſéparer, a les mêmes limites, voici comme on les calcule. Puiſque la force néceſſaire pour les ſéparer eſt au moins égale à celle qui les unit, c'eſt-à-dire à la preſſion de l'air, & que cette preſſion eſt égale, au poids d'une colomne de vif-argent de même baſe, & d'environ $29\frac{1}{2}$ pouces de haut, il ſuit que la force néceſſaire pour ſéparer les Marbres polis, doit être au moins égale au poids d'un cylindre de vif-argent de $29\frac{1}{2}$ pouces de hauteur, & qui auroit la ſurface d'un des Marbres pour baſe.

Sur ces principes, je trouve que la force néceſſaire pour ſéparer les nôtres, eſt égale à un quintal $\frac{3}{4}$, & celle qui eſt ca-

pable de séparer ceux de cuivre qui sont plus petits, est égale à peu près à 73 liv. en supposant qu'ils sont bien polis, & si bien appliqués l'un à l'autre, que rien ne puisse pénétrer entre deux : mais comme ils n'ont jamais cette perfection, une moindre force est capable de les désunir.

ONZIE'ME LEÇON.

Phœnomenes des Tuyaux Capillaires, Glaces Planes, & autres semblables. Examen de la figure qu'affectent les superficies des Fluides dans plusieurs circonstances.

NOUS voici arrivés à une matiere remplie de difficultés, & que plusieurs Philosophes modernes ont envain tenté d'expliquer. Pour rendre raison de ces Phœnomenes si extraordinaires, ils ont imaginé plusieurs hypotheses, qu'ils auroient reconnu pour de pures fictions, insuffisantes en bien des cas, s'ils s'étoient donné la peine de les examiner avec attention.

Presque tous ont cru que la pression inégale de l'air sur la liqueur du Tuyau, & sur celle du vaisseau dans lequel on le plonge, est la cause de son élévation dans le Tuyau ; car, disoient-ils, si la pression de l'air sur la liqueur qui est dans le Tuyau, est moindre que celle qui est dans le vaisseau, la liqueur doit s'élever jusqu'à ce que son propre poids, joint à celui de la colomne d'air qui est au-dessus, & qu'on suppose affoiblie, soit égale à la pression de l'Atmosphére qui agit librement sur le vaisseau, & que rien n'empêche. Quoi qu'ils soient tous d'accord en ce point, sçavoir qu'il y a une moindre pression de l'air sur la liqueur du Tuyau, que sur celle du vaisseau, cependant ils attribuent cette inégalité à des causes bien différentes.

Quelques-uns ont recours à la grandeur des particules d'air, & de la liqueur ; d'autres ont cru seulement qu'il y avoit un Cone d'air renversé, dont la pointe étoit à la surface de la liqueur & la base à son orifice, & que ce Cone pressoit par

ſa pointe la ſurface qui lui étoit contiguë.

Le Dr *Hook* ſuppoſe qu'il ſe perd dans le Tube une partie de la preſſion de l'air, par le frottement qu'il croit devoir néceſſairement arriver. Enfin il y a encore beaucoup d'autres opinions qui ne valent pas la peine d'être relevées; j'aime mieux m'attacher à découvrir, ſi je peux, la vérité, qu'à compter les imaginations & les rêveries de ceux qui me paroiſſent s'être trompé.

L'hypotheſe du Dr *Hook* a certainement la plus grande apparence de probabilité; c'eſt auſſi ce qui l'a fait recevoir avec tant d'applaudiſſemens: elle peut donc valoir la peine d'être examinée. Il tâche de prouver cette inégalité de preſſion par le moins d'*Affinité*, qu'il dit y avoir entre l'air & le verre, qu'entre le verre & l'eau: par *Affinité*, il entend la propriété qu'ont les particules d'un Fluide de s'unir entr'elles, ou a certains Corps préférablement à d'autres; & par *Mes-affinité*, il entend le peu de diſpoſition qu'ont deux Corps à s'unir enſem-

ble, ainſi ſans parler de pluſieurs eſprits ou huiles chymiques, qu'on mêleroit difficilement, ou peut-être point du tout : nous pouvons obſerver tous les jours, des gouttes de pluies qui traverſent l'air ſans s'y mêler, & des bulles d'air qui ſont quelquefois entraînées ſous l'eau, ou bien des gouttes d'huile d'olive qui nagent ſur ſa ſurface. Nous n'avons pas beſoin de chercher d'autres preuves de la *Mes-affinité* des liquides.

Il y a long-temps qu'on connoît ces deux qualités d'*Affinité* & de *Mes-affinité* des liquides, avec pluſieurs eſpeces de Corps ſolides, ſous le nom, de *ſéchereſſe* & d'*humidité*, quoi que ces deux derniers noms ne ſoient pas à mon avis aſſez généraux, ne ſervant communément, qu'à ſignifier l'adhérence, ou la non-adhérence de l'eau aux Corps ſolides. Ainſi nous pouvons obſerver que l'eau mouille plus facilement certains bois que d'autres ; qu'en faiſant tomber quelques gouttes d'eau, ſur une plume, une feuille de chou, &c. en un mot, ſur quelque ſurface

face poudreuſe, réſineuſe, onctueuſe, elle ne s'arrête pas ſur ces ſurfaces, mais roule plutôt deſſus, comme ſi c'étoit une boule ſolide; au lieu que s'il en tombe une goutte ſur du linge, du papier, de la terre glaiſe, du bois verd, &c. elle s'imbibe auſſi-tôt dans ces Corps: de même le vif-argent qui s'attache difficilement aux matieres vegetales, s'attache aiſément, s'unit, s'incorpore avec les ſubſtances purement métalliques.

La cauſe qu'il donne de cette *Affinité* & *Més-affinité* des Corps, eſt que tous les Fluides ont un mouvement de vibration, occaſioné par la chaleur; par ces ſecouſſes, les parties des Corps étant dégagées les unes des autres, ſont aiſément miſes en mouvement, & deviennent Fluides. Si on mêle dans un grand plat, pluſieurs eſpeces de ſables, & qu'on les remuë en tout ſens, nous verrons que par une violente agitation le ſable fin ſe ſéparera des petites pierres, & des autres Corps groſſiers qui ſe ramaſſeront dans un tas; & s'il y a parmi, d'autres Corps

d'une nature différente, ils ſe ſépareront auſſi d'eux-mêmes dans un autre endroit. De même le Dr *Hook* ſuppoſe que les vibrations cauſées par la chaleur, agitent les petites parties de matiere, & que celles qui ſont de la même groſſeur, figure, & du même tiſſu, doivent s'arrêter ou ſe mouvoir enſemble ; celles, au contraire, qui ſont d'une eſpece différente, doivent ſe ſéparer des autres, au bout d'un certain temps. Ce qu'il dit des Fluides, il l'applique auſſi aux ſolides, auſquels il donne un pareil mouvement de vibration. Telle eſt ſon explication d'*Affinité* & de *Més-affinité*.

Si donc nous accordons, comme nous le pouvons ſans peine, que l'eau a plus d'*Affinité* avec le verre, que n'en a l'air, il s'enſuivra que l'eau entrera plus aiſément que l'air, dans la cavité d'un Tuyau capillaire. Il rend la choſe plus intelligible par la comparaiſon d'un reſſort circulaire, il faut, dit-il, une preſſion extraordinaire ſur deux points diamétralement oppoſés pour le réduire dans une

forme ovale, & le faire entrer dans un trou d'un moindre diamétre ; de même pour changer la Figure ſphérique des molecules d'air, pour qu'elles puiſſent entrer dans le Tube de verre, avec qui elles ont de la *Més-affinité*, il faut qu'elles ſoient plus preſſées par deux points diamétralement oppoſé, & réduites en ovale, & pour entrer dans un trou de moindre diamétre, il faut une plus grande preſſion contre tous les autres côtés, ce que l'Expérience confirme ; d'où il conclut que cette partie de la preſſion de l'Atmoſphére étant ôtée, & employée à faire entrer l'air dans la cavité étroite du Tuyau capillaire, le reſte a moins de force pour empêcher l'élévation de l'eau que cauſe la preſſion libre, & non interrompuë de la colomne extérieure, ſur l'eau du vaſe ; & comme cette diminution de preſſion eſt plus conſidérable dans un Tuyau plus capillaire, la réſiſtance de la colomne d'eau en deviendra moindre, & la liqueur montera plus haut.

C'eſt ainſi que le Dr *Hook* explique

ces Phœnomenes ; on peut en apprendre davantage, en liſant le Chapitre 6. de ſon excellente *Micrographie*. Elle paroît d'abord très-ſatisfaiſante, & c'eſt ce qui lui a acquis un grand nombre de défenſeurs ; cependant je ne ſçaurois me réſoudre à adopter cette opinion, & ce qui m'en empêche, c'eſt que j'ai trouvé par Expérience, & bien d'autres l'avoient trouvé avant moi, que les liqueurs ne montent ni plus ni moins dans les Tuyaux capillaires, ſous le récipient de la machine Pneumatique. Or ſi la différence des preſſions de l'air ſur la ſurface de la liqueur dans le Tuyau, & ſur celle du vaiſſeau, étoit la véritable cauſe de cette élévation, on ſeroit bien embarraſſé d'expliquer pourquoi la même élévation arrive dans le vuide, puiſqu'alors l'air ne preſſe ni ſur la liqueur du vaiſſeau, ni ſur celle du Tube.

On pourroit répondre, que nous ne vuidons jamais exactement l'air du récipient, & que malgré tous nos efforts il en reſte toujours une quantité ſuffiſante,

pour produire cet effet ; examinons donc ſi cette quantité qui demeure malgré tous nos efforts, eſt effectivement ſuffiſante. Il eſt raiſonnable de croire, que comme la quantité d'air qui étoit ſous le récipient eſt diminuée, la preſſion de l'air tant ſur la liqueur du vaſe, que ſur celle du Tuyau, doit diminuer à proportion, & par conſéquent leurs différences doivent auſſi diminuer.

Si donc cette différence eſt la cauſe de l'élevation de la liqueur dans le Tuyau, comme le prétendent ceux qui tiennent encore au ſentiment du Dr *Hook*, puiſqu'elle diminuë à meſure qu'on pompe l'air, l'élévation doit auſſi diminuer, ce qui n'arrive pas ; donc cette différence n'eſt pas la cauſe de l'élévation : ſi on conteſte contre toute raiſon, que cette différence des deux preſſions ne doit pas diminuer à meſure, qu'on vuide l'air du récipient, on peut aiſément démontrer que cela doit être, & même que la preſſion de tout l'air qui reſte dans le récipient, quand on a bien pompé, n'eſt pas

capable de ſoutenir la liqueur dans le Tube à la hauteur à laquelle elle monte, ſi le Tuyau eſt bien étroit, ni par conſéquent cette différence, à moins qu'on ne puiſſe prouver, que la partie eſt plus grande que le tout.

L'Expérience des Tuyaux capillaires dans le vuide, nous authoriſe donc à nous méfier de cette inégalité de preſſion, qu'on prétend être la cauſe de l'élévation des liqueurs, elle nous fait voir même qu'il n'y a point d'inégalité dans les preſſions, car s'il y en avoit, la différence s'en feroit appercevoir, puiſqu'en ſe joignant à la cauſe qui éleve l'eau dans les Tuyaux capillaires (quelle qu'elle ſoit,) elle feroit élever l'eau plus haut dans l'air libre, que dans le vuide.

Mais je ne ſçaurois me diſpenſer de faire voir encore *à priori*, que cette inégalité de preſſion ne ſçauroit avoir lieu, malgré la force conſidérable qu'on dit être néceſſaire pour faire entrer l'air dans ce Tuyau. La partie de l'Atmoſphére qui eſt au-deſſus du Tuyau, y pouſſe l'air de

haut en bas, & d'un autre côté la liqueur du Tuyau le repouſſe de bas en haut ; or ces deux forces doivent être néceſſairement en équilibre, autrement l'air enfermé dans ce Tuyau, reſteroit plus haut ou plus bas, juſqu'à ce qu'enfin il eut gagné ce point d'équilibre ; concluons donc que la force avec laquelle la liqueur repouſſe l'air, eſt égale au poids de la partie de l'Atmoſphére qui eſt au-deſſus, & par conſéquent que cette liqueur eſt déterminée en bas, par l'air qui lui eſt contigu, avec une force équivalente au poids de cette même partie de l'Atmoſphére ; car ſi elle étoit pouſſée en bas, par une force moindre que celle qu'elle a pour s'élever, elle monteroit encore plus haut. Chaque égale partie de la ſurface de la liqueur dans laquelle on plonge le Tuyau, eſt auſſi preſſée par le poids d'une égale partie de l'Atmoſphére ; la liqueur contenuë dans le Tube, eſt donc expoſée à une preſſion égale à celle de la liqueur du vaiſſeau. J'ai par conſéquent prouvé doublement, que l'inégalité des preſſions de

l'air n'eſt pas la cauſe de l'élévation de la liqueur dans les Tuyaux capillaires.

On pourroit encore ajoûter, que la difficulté que trouve l'air à s'introduire dans un canal auſſi étroit, que celui d'un Tuyau capillaire, eſt ſi peu la cauſe de cette élévation, qu'elle ſeroit plutôt capable de l'empêcher que d'y contribuer.

Le Dr *Hook*, auroit pû, à la vérité, expliquer avec quelque vraiſemblance, pourquoi la liqueur une fois élevée ne retombe pas : mais l'élévation naturelle de la liqueur détruit manifeſtement ſon ſentiment ; car la difficulté que l'air trouve à paſſer par la cavité du Tuyau pour ſortir par ſon orifice, quand il en eſt chaſſé par la liqueur qui s'éleve, devroit apporter plus de réſiſtence à cette élévation dans un Tuyau capillaire, que dans un autre beaucoup plus large, dans lequel le poids de l'Atmoſphére agiroit pleinement.

Je ne veux pas m'arrêter ici à examiner ſi on pourroit admettre ſon hypotheſe des *Affinités* & *Més-affinités* ; j'avouë que je ne vois point la néceſſité de ſuppoſer

les particules des Corps, tant ſolides que Fluides, dans un mouvement de vibration continuel, plutôt que dans tout autre mouvement. Il peut bien arriver, à la vérité, que par les mouvemens accidentels de l'air, les parties des Fluides puiſſent rarement reſter en repos: mais qu'un mouvement perpetuel & inteſtin, ſoit eſſentiel aux Fluides, c'eſt ce qui n'a pas encore été démontré, que je ſçache, quoi que bien des gens ſe ſoient efforcés de le faire.

Je viens de vous faire voir qu'on n'a pas connu la véritable cauſe des effets des Tuyaux capillaires: voyons maintenant ſi nous ne pourrons pas la découvrir. C'eſt une obſervation très-commune, qu'une goutte d'eau s'attache intimement à la ſurface d'un morceau de verre & d'une infinité d'autres Corps, & qu'elle y reſte ſuſpenduë, même après qu'on a renverſé cette ſurface, malgré ſon propre poids qui fait continuellement effort pour l'en ſéparer; or puiſque cet effort eſt anéanti par quelque cauſe, nous

ne devons pas avoir de ſcrupule de l'attribuer à l'attraction mutuelle de l'eau & du verre. Il eſt évident que l'*Affinité* dans le ſens du Dr *Hook* n'eſt pas ſuffiſante, pour empêcher la goutte de tomber par ſon propre poids, il faut quelque choſe de plus qu'une ſimple *Affinité* pour ſurmonter cette force ; ce que j'appelle *Attraction*, chacun peut lui donner, s'il le juge à propos, un autre nom ; je n'entens autre choſe, par ce mot d'*Attraction*, qu'une puiſſance (quelle qu'elle ſoit) en vertu de laquelle les Corps tendent à s'unir les uns aux autres.

On attribuë communément cette adhérence de l'eau au verre, à la preſſion de l'Atmoſphére ; nous avons bien vû que cette preſſion eſt capable de retenir les Marbres polis, & qu'il a fallu une force conſidérable pour les ſéparer ; mais auparavant il a fallu chaſſer l'air d'entre ces deux ſurfaces polies. Or le verre attire une goutte d'eau, ſitôt qu'il la touche par ſa partie ſupérieure, quoiqu'il y ait de l'air intercepté entre deux immédiatement au

moment de l'attraction ; ce qui nous fait donc voir, que le cas eſt très-différent de celui des Marbres polis ; nous pouvons auſſi nous convaincre par le moyen de la machine Pneumatique, que cette adhérence ne vient pas de la preſſion de l'air, puiſque le même effet arrive ſous le récipient quand l'air en eſt pompé.

Il eſt donc certain (quelle qu'en ſoit la cauſe, que je ne prétens pas déterminer,) qu'il y a une attraction entre l'eau & le verre, comme auſſi entre le verre & pluſieurs autres liqueurs : & comme nous voyons pluſieurs Corps s'attirer, nous en voyons auſſi d'autres ſe repouſſer ; c'eſt ainſi que nous avons vû les particules d'air s'éloigner les unes des autres, avec une force réciproquement proportionnelle à leurs diſtances, & compoſer un Fluide élaſtique, dont la denſité eſt toujours comme la force qui le comprime ; de même il eſt très-vraiſemblable, que l'air tend à s'éloigner de pluſieurs Corps ſolides, & que pluſieurs autres Corps, tant ſolides que Fluides, paroiſſent ſe re-

pouſſer les uns les autres, & c'eſt ſans doute ce que le Dr *Hook* a entendu par *Més-affinité*.

On peut voir des exemples de cette répulſion dans la queſtion 31. de l'Optique de M. *Newton*, que je me diſpenſerai de rapporter. Ceux qui liront cet excellent Ouvrage, trouveront à ce que je crois, dans ce petit nombre de pages, plus de bonne Phyſique, que dans tous les volumes qu'on a publiés juſqu'ici.

Mais pour revenir à notre goutte d'eau, vous remarquerez que la force attractive, dont je viens de vous parler, n'eſt pas infinie; car ſi la goutte eſt trop groſſe, elle tombera, la force de ſon poids qui tend à la ſéparer, étant alors plus grande que la force attractive qui la retient. Quand la partie de la ſurface du verre qui touche la goutte eſt plus large, elle en ſupporte une plus groſſe, car une plus grande ſurface a plus de vertu attractive.

Il eſt aiſé d'appliquer ce que je viens de dire d'une ſurface plane, à la ſurface concave d'un Tuyau capillaire: on voit

très-évidemment, que celle-ci ne doit attirer comme l'autre qu'une quantité déterminée de liqueur: ici la ſurface attirante entoure la goutte de tous côtés, ce qui lui donne plus d'avantage pour la ſoutenir ; or à meſure que le diamétre du Tuyau diminuë, cet avantage augmente, car on ſçait que les ſurfaces des Cylindres ont une proportion d'autant plus grande à leur capacité, que leurs diamétres décroiſſent davantage, puiſque les ſurfaces décroiſſent ſeulement comme les diamétres, tandis que les capacités décroiſſent en raiſon doublée de ces mêmes diamétres ; d'où il arrive que l'eau eſt d'autant plus élevée que le diamétre du Tube eſt plus petit, ou qu'il eſt plus Capillaire; ce que je voulois principalement expliquer. Il ſuit évidemment de ces principes, que l'effet doit être le même dans le vuide, que dans l'air libre ; que quand on retire le Tuyau du vaiſſeau dans lequel il plonge, il doit y reſter la même quantité de liqueur. Enfin, que ſi on ap-

plique à l'orifice de ce Tuyau, quand on l'a ainſi retiré du vaiſſeau, un morceau de verre qui touche la liqueur, elle deſcendra auſſi-tôt par l'attraction de ce nouveau morceau de verre.

On peut encore expliquer par les mêmes principes, les Phœnomenes des Syphons capillaires, la liqueur monte au haut de la courbure par l'attraction, & redeſcend enſuite par ſon propre poids le long de l'autre branche; il ſeroit ennuyeux de deſcendre dans un détail plus particulier des autres Phœnomenes, l'application de ce que je viens de dire, eſt ſi aiſée à faire, qu'il eſt impoſſible de s'y tromper.

La raiſon des différentes Figures qu'affectent les ſurfaces des liquides, eſt très-naturelle, & dépend des mêmes principes; l'eau affecte une ſurface concave dans les Tuyaux de verre, parce que les parties de cette ſurface qui ſont proche les côtés du Tube, ſont attirées par le verre: & le vif-argent affecte une ſurface

connexe, parce qu'il eſt repouſſé par le verre. (*a*) Cette répulſion eſt auſſi la cauſe de ce que le mercure ne monte pas juſqu'au niveau, dans les Tuyaux capillaires, au lieu que l'eau s'éleve plus haut.

Si on met deux liqueurs dans un même Tuyau, & que toutes deux ſoient également attirées ſur les côtés du Tube, leur commune ſurface ſera un plan. Si une de ces liqueurs eſt plus attirée que l'autre, elle aura une ſurface concave, & par conſéquent celle qui le ſera moins l'aura convexe; ainſi une liqueur dont la ſurface eſt concave, quand elle eſt expoſée à l'air, en prend une convexe quand elle eſt dans un Tube, avec une autre liqueur qui eſt plus fortement attirée par le verre.

Il n'eſt pas difficile de concevoir que les Expériences que nous avons faites ſur le mouvement des Corps flottans,

(*a*) Cette répulſion n'eſt pas réelle, mais ſeulement apparente; car le Docteur *Jurin* a démontré que le verre attire les particules du vif-argent, mais moins vivement qu'elles ne s'attirent entr'elles; & ſur ce principe il a expliqué clairement les Phœnomenes du vif-argent dans les Tuyaux capillaires, & des glaces planes. *Voyez l'Appendix.*

dépendent d'une pareille cauſe ; ceux qui voudront s'inſtruire davantage ſur ces ſortes de matieres, pourront lire le Livre du mouvement des Eaux de M. *Mariotte*, ou le 4e Livre de la Philoſophie du College de Bourgogne, par M. *Duhamel*.

Nous pouvons aiſément comprendre, par ce qui a été dit de l'élévation des liqueurs dans les Tuyaux capillaires, comment ſe font les filtrations de toute ſorte, pourquoi ſi on emplit un Tube de ſable ou de cendres bien criblées & bien preſſées, & qu'on en plonge un des bouts dans l'eau, le ſable ou les cendres attireront l'eau, & l'éleveront à une hauteur conſidérable au-deſſus du niveau de celle qui eſt dans le vaiſſeau ; * de même ſi

* On a rempli de cendres paſſées au tamis, & bien preſſées, un Tuyau de verre d'environ 4 pieds de long & d'un pouce de diamétre ; on a plongé dans l'eau une de ſes extrêmités, elle s'eſt élevée rapidement d'abord, & ſe ralentiſſant peu à peu, elle étoit au bout de quelques ſemaines à 40 pouces au-deſſus du niveau de l'eau du vaſe.

On peut voir une Expérience ſemblable de M. *Hales*, ſur la force avec laquelle les cendres & le *nimium* attirent l'eau *ſtatique des Veget. trad. par M. de Buffon.*

on mouille un morceau de papier, une éponge, une mie de pain, un morceau de ſucre, un fil, & bien d'autres ſubſtances par une de leurs extrêmités, l'humidité ſe communiquera dans toute leur étenduë par la force de l'attraction.

C'eſt encore la cauſe de l'élévation de l'eſprit de vin, de l'huile, de la cire, & du ſuif dans la méche des lampes ou des chandelles ; & il eſt très-raiſonnable de croire que c'eſt auſſi la cauſe de l'élévation de la ſéve dans les plantes, des différentes ſecretions dans les glandes des animaux, & de pluſieurs autres effets qu'on peut bien imaginer.

DOUZIE'ME LEÇON.

Deſcription de la machine Pneumatique, & de la Pompe à condenſer, avec un détail abregé de leurs principales opérations.

APRE'S avoir établi ſur des Expériences convenables, les vérités fondamentales de l'Hydroſtatique, & vous

avoir fait connoître les principales propriétés des Fluides en général : nous sommes entrés dans un examen particulier de la nature & des propriétés de l'air. Comme ce Fluide a été créé par la Divine providence, pour servir d'une infinité de manieres, à ses vûës & à ses desseins, & que sa sageſſe lui a donné une influence utile & générale sur tout le syſtême de la nature : nous nous sommes particuliérement attachés à le bien connoître, comme méritant tous nos soins, & notre attention la plus scrupuleuſe.

Je vous ai prouvé, à ce que je crois, sans crainte de contradiction, au moins raiſonnable, que ce ſubtil Elément n'a point de privilege capable de le ſouſtraire à la Loi générale de la peſanteur, à laquelle il paroît (autant qu'on en peut juger par les Obſervations qu'on a faites juſqu'à préſent,) que toute la matiere eſt également aſſujettie. C'eſt en vertu de cette peſanteur, & de ſa fluidité, que l'air nous préſente tous les Phœnomenes des Corps fluides & peſants, comme je vous

l'ai fait voir, en comparant ceux du Tube de *Toricelli*, des Pompes, Seringues, Syphons, Marbres polis, &c. avec les effets les plus ordinaires, & les moins surprenants des autres Fluides plus grossiers, tels que l'eau & le vif-argent.

Nous avons encore vû, que l'air a une vertu Elastique qui le fait tendre à acquérir de plus grandes dimensions, & à éloigner tous les obstacles qui l'environnent; que cet effort devient d'autant plus grand, que les bornes dans lesquelles il est resserré sont plus étroites, ou que ses parties sont plus rapprochées les unes des autres; & comme s'il devenoit plus jaloux de sa liberté à mesure qu'on le comprime, la force qu'il oppose pour défendre cette liberté, c'est-à-dire, sa force Elastique, est toujours proportionnelle à son rétrecissement ou à sa densité, comme l'Expérience nous l'a fait connoître.

Cette propriété nous a fourni une méthode pour déterminer sa raréfaction à toute sorte de distances de la surface de la Terre. Vous pouvez vous ressouvenir

que j'ai démontré, que quand sa hauteur croissoit par des intervalles égaux, c'est-à-dire en progression Arithmétique, ses degrés de rareté augmentoient en progression Geométrique.

Ces affections de l'air, & d'autres dont je ne parle pas ici, on vous les a démontrées dans la semaine précedente; mais les preuves dont nous nous sommes servis, quoiqu'elles ayent paru plausibles & convaincantes, à ceux qui sont capables de leur donner une attention particuliere & exempte de prévention, sont cependant de nature à pouvoir donner lieu à bien des petites chicanes, & à des Objections, de la part de cette sorte de Philosophes que les préjugés, dont ils sont esclaves, excitent toujours à contrarier.

D'ailleurs les conséquences éloignées, tirées d'une longue suite de raisonnemens, font des impressions bien plus legeres, que celles qui sont occasionnées par des objets qui frappent immédiatement nos organes: particuliérement sur l'esprit des gens qui ne sont point accoutumés aux

ſpeculations abſtraites, mais qui ſe laiſſent perſuader par les motifs les plus legers, & les moins différents de ces idées vulgaires, qu'on eſt toujours prêt à ſe former ſur les premieres apparences.

Nous allons traiter dorénavant un genre d'Expériences, qui ne ſera pas ſujet aux Objections dont je viens de vous parler; elles entraînent avec elles, une entiere évidence, qui fait qu'elles ſuffiſent pour nous ſatisfaire entiérement ſans le ſecours de cette chaîne de conſéquences. C'eſt pourquoi je ne perdrai plus ni mon temps, ni ma peine en longs raiſonnemens & en diſcuſſions déſormais inutiles. Je me diſpenſerai dans les Leçons qui me reſtent à faire, de vous parler de bien des choſes, quand la matiere aura déja été traitée précedemment, qu'elle ſera d'elle-même ſi évidente qu'elle n'aura pas beſoin d'être éclaircie, ou bien, (& ce qui m'arrivera quelquefois) quand je déſeſpererai moi-même de connoître la véritable cauſe des Phœnomenes dont il s'agira; je ne m'arrêterai point

alors à chercher des détours, ni à vous amuser par des conjectures vraisemblables, non plus que par des hypotheses joliement imaginées.

Il n'y a pas longtemps que cette méthode étoit encore très-suivie, mais nous l'avons heureusement vû céder à une maniere de philosopher, plus sûre & plus certaine. Il n'est pas difficile à des gens d'esprit, & qui en ont tout le loisir, d'imaginer des Principes de Physique capables d'expliquer quelques Phœnomenes particuliers. Mais les Theories qu'ils ont ainsi enfantées, doivent être toujours regardées comme des Romans Philosophiques, comme des fictions ingénieuses, ou bien comme les fruits d'une imagination féconde, jusqu'à ce qu'on puisse démontrer la vérité & l'existence de ces principes, & ôter lieu à toute dispute par de bonnes & solides Expériences. Mais si on ne sçauroit y réussir, le meilleur moyen d'éviter toute erreur & de se mettre à l'abri des préjugés, c'est d'attendre que quelque Observation nous apporte

les éclairciſſemens néceſſaires.

L'eſprit de l'homme cherche naturellement à ſe ſatisfaire, il veut ſaiſir quelque objet, & auquel il puiſſe ſe fixer; il eſt inquiet, quand il ſe croit obligé d'errer longtemps dans les doutes, c'eſt ce qui le détermine à ſe laiſſer aller ſi volontiers à l'apparence de quelque belle hypotheſe, plutôt que de continuer à reſter dans ce qu'il s'imagine être le comble de l'incertitude. Mais outre que ces conſéquences précipitées & mal établies, marquent une petiteſſe & une legereté d'eſprit: en courant après l'ombre avec tant d'empreſſement, on perd aſſez ordinairement la ſubſtance. En effet, rien n'apporte tant d'obſtacle à l'établiſſement d'une vérité qu'on nous propoſe, que ces phantômes favoris dont nous nous repaiſſons l'imagination, & que l'habitude nous fait prendre à la fin pour des réalités.

C'eſt ainſi, que quand la Philoſophie de Deſcartes a commencé à paroître, l'exiſtence de la matiere ſubtile, a été regardée comme une choſe indubitable.

Ses exploits merveilleux & ſes opérations admirables, ont pour ainſi dire, envenimé les eſprits, & les ont jetté comme dans une eſpece de Manie ; juſques-là, qu'on a regardé quelques tentatives qu'on a faites pour la réfuter, comme d'une dangereuſe conſéquence, & tendantes à renverſer les plus ſolides fondemens de la Phyſique. Nous avons vû juſqu'à *Huyghens*, ce grand Philoſophe, qui a manqué les plus belles découvertes par l'affection qu'il portoit à ce principe ; principe qui par je ne ſçai quelle ſubtilité, a pû facilement s'appliquer à la ſolution des difficultés les plus embarraſſantes. On auroit pû raiſonnablemnt s'attendre, que quand ce grand homme, qui paroît avoir été d'un caractere ſimple & ingenu, après la lecture du Livre des Principes de M. *Newton*, & avoir vû l'heureuſe application que cet Excellent Auteur en fait, pour expliquer les mouvemens celeſtes, & démontrer pleinement l'inſuffiſance des tourbillons ; on auroit pû, dis-je, s'attendre qu'après tou-

tes ces lumieres, il n'auroit point dû avoir de répugnance à changer de sentiment; cependant malgré la satisfaction & l'extrême plaisir qu'il témoigne avoir pris, à lire cet Ouvrage admirable, qu'il regarde comme le plus grand effort que puisse faire l'esprit humain; nous voyons qu'il n'a jamais pû se résoudre à se défaire de ses principes pour en adopter de meilleurs, ni abandonner une hypothese chérie qu'il avoit tant travaillée, & à laquelle il étoit accoutumé depuis si longtemps.

Tel est l'empire des préjugés! quand une ancienne & mauvaise opinion s'est une fois emparée des esprits, elle obscurcit longtemps l'évidence d'une vérité nouvelle, même bien démontrée. Pour moi je crois qu'il est bien plus sage d'avoüer son ignorance, quand la vérité n'est pas encore découverte, que de feindre une vaine habileté, qui ne peut que nous empêcher d'y arriver.

Mais pour en revenir à ce qui nous assemble aujourd'hui, les instruments que

nous allons considérer à présent, & dont nous aurons le plus à faire dans tout le reste de notre cours d'Expériences, sont la machine Pneumatique ou de *Boyle*, & la Pompe à condenser. Ces instruments nous servirons à faire un grand nombre d'Expériences, sur les effets de l'air dans tous ses états différents, sçavoir depuis le plus grand degré de densité, que nous soyons capable de lui donner, jusqu'à une raréfaction presque infinie.

La Pompe à condenser est un instrument si naturel, qu'il étoit presqu'impossible, qu'il échappât à la curiosité de ces derniers temps ; il y a si longtemps qu'il est en usage, que je ne prétens pas déterminer son origine. La machine Pneumatique, fut inventée quelques temps avant l'année 1654. par *Otto de Guericke*, Consul de Magdebourg, qui la mit le premier en usage. On trouve que cet Excellent homme étant cette année-là employé dans quelque négociation publique à la Diette de Ratisbonne, y fit voir sa machine à l'Empereur & à quelques au-

tres Princes de l'Empire, entr'autres à l'Archevêque de Mayence ; ce Prélat fut ſi charmé de l'invention de cet inſtrument & des Expériences curieuſes qui furent faites en ſa préſence, qu'il eut auſſi-tôt envie d'en avoir une ſemblable, pour faire lui-même de pareilles Expériences, mais le peu de ſéjour qu'il fit à Ratiſbonne, & le défaut d'un Ouvrier aſſez habile, firent qu'il ne ſatisfit pas cet envie. Cependant il engagea *Otto de Guericke* à venir chez lui, & à faire apporter ſa Machine en ſon Palais de Wurtzbourg ; c'eſt-là que le ſçavant & induſtrieux Pere *Schott* Jeſuite, qui profeſſoit les Mathematiques dans cette Univerſité, & pluſieurs autres Sçavans, la virent pour la premiere fois. L'Archevêque prenoit plaiſir à leur donner lui-même l'explication de la Machine, & le détail des Expériences que l'Auteur avoit faites à Ratisbonne ; elles furent répetées pluſieurs fois en ſa préſence, & ils en faiſoient tous les jours de nouvelles.

Le bruit de ces premieres Expériences

ſe répandit auſſi-tôt par les grandes correſpondances que le Pere *Schott* entretenoit avec tous les Sçavans de l'Europe: mais cela ſe fit encore mieux l'an 1657. quand il publia ſon Livre, intitulé : *Mechanica hydraulico - Pneumatica*, auquel comme dans un Appendix, il a ajoûté un détail circonſtancié des *Expériences de Magdebourg* (c'eſt ainſi qu'on les appelloit.) En 1664. il publia ſa *Technica curioſa*, dans laquelle on trouve les Expériences nouvelles, qu'on avoit faites depuis l'impreſſion de ſon premier Ouvrage. Enfin, le fameux *Otto de Guericke* s'eſt déterminé à donner lui-même un recueil complet de ſes Expériences, dans un Livre qu'il intitula : *Experimenta nova Magdeburgica de vacuo ſpatio.* Ceux qui ſont curieux d'examiner particulierement la conſtruction de ces premieres Machines, & d'obſerver les différents degrés de perfection qu'elle a acquiſe ſucceſſivement, peuvent ſe ſatisfaire par la lecture du Livre d'*Otto de Guericke.*

Mais il eſt temps de parler de ce qui a

été fait dans notre patrie par l'Excellent M. *Boyle*; & j'ai peur qu'on ne m'accuſe de lui faire injure, en attribuant l'invention de cette Machine à un Etranger.

La machine Pneumatique a été ſi généralement connuë ſous le nom de *Machine de Boyle*, ou *vuide de Boyle*, que cela a fait croire à bien des gens, qu'on en devoit l'invention à ce fameux Philoſophe Anglois; pour moi je penſe que la Machine & l'eſpace vuide, doivent avec juſtice porter le nom de M. *Boyle*, puiſque, quelqu'en ait été l'inventeur, il y a eu certainement la plus grande part, tant pour l'avoir beaucoup perfectionnée, que pour l'avoir appliquée le premier à des choſes utiles & ſurprenantes; d'ailleurs, tout le monde eſt d'accord que la réputation des Expériences faites en Angleterre, a en quelque ſorte effacé celles de Magdebourg.

Quand à l'invention de l'inſtrument, il avouë ingénument qu'il n'en a pas la gloire, dans une lettre écrite deux ans après la publication du Livre du Pere

Schott, à Milord de *Dungarvan* ſon neveu, qui étoit alors à Paris. Je ne ſçaurois me diſpenſer de vous rapporter les termes de cette lettre, afin que vous ſoyez mieux en état de juger du progrès de ces premieres tentatives.

„ Je devrois vous détailler à préſent „ l'hiſtoire de mes nouvelles Expérien„ ces, mais j'aime trop cette belle pen„ ſée de Pline le Naturaliſte. *Benignum* „ *eſt, & plenum ingenui pudoris, fateri per* „ *quos profeceris*, pour ne pas vous infor„ mer de ce que j'ai appris ſur la Machine „ dont il s'agit.

„ Vous pouvez vous rappeller, que „ quelques temps avant que de vous quit„ ter, je vous entretins d'un certain Livre „ publié par le Pere *Schott*, dont j'avois „ entendu parler, mais que je n'avois „ pas encore lû : il étoit rapporté fort au „ long dans ce Livre, comment l'ingé„ nieux *Otto de Guericke*, Conſul de Mag„ debourg, avoit trouvé, en Allema„ gne, le moyen de vuider un vaiſſeau de „ verre, en pompant l'air par l'orifice du

vaiſſeau qui étoit dans l'eau ; vous pou-« vez auſſi vous reſſouvenir, que je mar-« quai beaucoup de plaiſir à la nouvelle « de cette découverte, puiſqu'on pou-« voit faire voir par-là, mieux que par « toute autre Expérience l'effort que fait « l'Atmoſphére, tant pour entrer dans « un vaiſſeau vuide, que pour élever « l'eau par ſa preſſion ; & quoiqu'il puiſ-« ſe paroître par quelques écrits que je « vous avois montrés, que j'avois déja « eu deſſein de faire quelque choſe de « ſemblable ; cependant quand j'ai conſi-« deré qu'*Otto de Guericke* m'avoit pré-« venu, je me ſuis crû obligé de recon-« noître les ſecours & les lumieres que « j'ai tiré de ces nouvelles Expériences. «

Mais comme il y a peu d'inventions « aſſez parfaites dans leur origine pour « n'être pas ſujettes à quelques défauts ; « quand j'ai conſideré cette Machine « avec attention, j'ai remarqué qu'elle en « avoit deux conſidérables. Car premie-« rement, la Pompe aſpirante eſt ſi rude, « que pour vuider entiérement l'air du «

„ récipient, il faut employer la force de „ deux hommes vigoureux pendant plu- „ ſieurs heures : ſecondement, ce qui eſt „ un défaut eſſentiel, comme le récipient „ n'eſt qu'un globe de verre d'une ſeule „ piéce avec ſon goulot, on ne ſçauroit „ y faire entrer bien des choſes, ce qui „ nous prive d'un grand nombre d'Ex- „ périences & de Phœnomenes très-cu- „ rieux, enſorte qu'on n'en peut guère „ eſperer d'autres, que ceux qui ont été „ obſervés par l'Auteur, & qui ſont rap- „ portés par le Pere *Schott*.

„ Pour remedier à ces deux inconvé- „ niens, j'ai engagé M. *Hook* & M. *Gra- „ torix* à imaginer quelques Pompes, dif- „ férentes de celle de Magdebourg, & „ qu'il ne fallût point plonger ſous l'eau, „ en un mot, qui fût plus aiſée à manier : „ & après quelques tentatives inutiles pro- „ poſées par différentes perſonnes, M. „ *Hook* m'ajuſta une Pompe, dont je vais „ vous donner la deſcription. „

Il paroît par cette lettre, que la pre- miere Machine dont s'eſt ſervi M. *Boyle*,

eſt

eſt de l'invention de M. *Hook*; elle eſt certainement beaucoup plus parfaite, que celle que le Pere *Schott* a décrite dans ſa *Mechanica-hydraulico-Pneumatica*. Cependant elle avoit encore pluſieurs défauts, & n'étoit pas à beaucoup près auſſi commode qu'on auroit pû la deſirer, particuliérement en ce que l'on ne pouvoit ſe ſervir que d'un ſeul récipient, qui étant toujours fixé à la Machine, devoit être par conſéquent très-grand pour ſervir commodément à toute ſorte d'Expériences; or cette grande capacité du récipient, faiſoit qu'il falloit un temps conſiderable pour le vuider, & c'étoit un inconvénient, qu'on ne pouvoit aiſément éviter dans beaucoup d'Expériences qui demandoient une prompte évacuation; c'eſt ce qui engagea M. *Boyle*, après qu'il eut fait ſes premieres Expériences, & qu'il les eût publiées dans un Ouvrage en forme de lettre adreſſée au Vicomte de *Dungarvan* ſon neveu, ſous le titre: *Experimenta Phyſico mechanica, de vi aëris Elaſtica & ejus effectibus &c*; à chercher à

corriger cette Machine, avant que de suivre ses premieres idées. On peut voir la description de cette seconde machine Pneumatique, dans la premiere continuation de ses Expériences Physico méchaniques; elle n'a comme la premiere qu'un seul corps de Pompe, mais il est appliqué de façon, qu'il plonge dans l'eau de tous côtés, ce qui empêche le retour de l'air; les récipients qui sont de différentes figures & grandeurs, posent sur une platine de fer sur laquelle ils sont fixés par le moyen d'un ciment mol, ainsi on en peut changer autant de fois qu'il est nécessaire. Il paroît qu'il n'avoit pas encore pensé à cet expédient si simple, de les fixer à la platine par le moyen d'un cuir mouillé.

Les Expériences rapportées dans la seconde continuation, ont été faites avec une Machine différente des deux premieres, elle est de l'invention de M. *Papin*, qui a beaucoup aidé M. *Boyle* dans toutes ses recherches; cette troisiéme Machine est beaucoup plus parfaite que

la précedente, ſon avantage conſiſte principalement en ces deux points. Premierement, au lieu que la derniere Machine n'avoit qu'un ſeul corps de Pompe & qu'un ſeul piſton, celle-ci en a deux, auſſi-bien que deux corps de Pompe ; ces deux piſtons qui ſe hauſſent & baiſſent alternativement, font une évacuation d'air continuelle & non interrompuë, effet qu'on ne pouvoit eſperer avec un ſeul piſton : car dans les autres on ne ſçauroit ſe diſpenſer d'interrompre l'évacuation de l'air, tandis qu'on remonte le piſton vers le fond de la Seringue ; mais outre cet avantage de faire l'opération dans la moitié du temps qu'il faudroit employer ſi l'on n'avoit qu'un ſeul piſton, la peine eſt auſſi conſidérablement diminuée. Le grand inconvénient qu'on reprochoit aux Machines à un ſeul corps de Pompe, étoit la grande réſiſtance que fait l'air extérieur ſur le piſton, quand on l'abaiſſe, réſiſtance qui augmente à meſure que le récipient ſe vuide ; car l'équilibre de l'air intérieur avec l'exté-

rieur, diminuë toujours de plus en plus; de ſorte que ſi le corps de Pompe eſt d'un diamétre un peu conſidérable, la force d'un homme ſuffit à peine pour abaiſſer tant ſoit peu le piſton; or cette réſiſtance de l'air s'évanoüit entiérement, en employant deux piſtons; ils ſont ajuſtés de façon, que quand l'un monte l'autre deſcend: par conſéquent la preſſion de l'air extérieur empêche autant l'un de monter, qu'elle aide l'autre à deſcendre: ainſi ces deux forces ſe détruiſent mutuellement par des effets contraires. Je ne ſçaurois mieux vous faire entendre ceci, que par la comparaiſon d'une balance; quand on place un poids dans l'un de ſes baſſins, on ſent de la difficulté à mouvoir le fleau pour faire monter ce poids, & cette difficulté croit à meſure que le poids augmente. Mais ſi nous mettons un autre poids égal au premier, dans le baſſin oppoſé de la balance, la difficulté à mouvoir le fleau s'évanoüira entiérement, quelque grands qu'on ſuppoſe les poids.

Un autre avantage de cette nouvelle Machine, ce ſont les valvules : dans les deux autres, quand le piſton étoit remonté tout au haut, on étoit obligé de tourner le robinet pour laiſſer paſſer l'air du récipient dans le corps de Pompe, & de le fermer quand on vouloit l'en faire ſortir, d'ôter la cheville pour le laiſſer paſſer, & de répeter cette manœuvre à chaque coup de Pompe ; or les valvules de la derniere Machine ſuppléent à ce bouchon & au robinet, & ſont infiniment plus commodes.

Je ne vous entretiendrai pas plus longtemps des différentes Machines dont on s'eſt ſervi, ni de toutes celles dont j'ai vû les deſcriptions, je n'en ai pas remarqué d'auſſi commode à tous égards, que celle dont je viens de parler, qui a été faite par l'excellent Ouvrier M. *Haukſbée*. Je ne ſçaurois dire qu'elle eſt différente de la troiſiéme de M. *Boyle* ; les petits changemens qu'il y a faits la rendent plus commode, ce ſeroit temps perdu que de vous en faire la deſcription, puiſque

vous la voyez devant vos yeux ; j'en prendrai ſucceſſivement les différentes parties, pour vous en expliquer l'uſage, auſſi-bien que celui de toute la Machine, ce que je vais faire le plus clairement & le plus ſuccinctement qu'il me ſera poſſible (*a*).

(*a*) L'Auteur finiſſoit la Leçon, par la démonſtration des parties de la machine Pneumatique.

TREIZIE'ME LEÇON.

Différents degrés de raréfaction de l'air dans la machine Pneumatique, & de condenſation dans la Pompe à condenſer.

DANS la derniere ſéance nous avons examiné les différentes parties qui compoſent la machine Pneumatique : je peux donc ſuppoſer, que vous en connoiſſez parfaitement la ſtructure & l'uſage, & que vous voyez en général les effets qu'elle peut produire ; je dis en général, parce qu'il y a quelques effets particuliers dont il me reſte à vous entre-

tenir, qui méritent votre attention, & qui ſerviront à vous former une juſte idée des Expériences que nous ferons par la ſuite. Je vais commencer par la machine Pneumatique, & vous faire voir juſqu'à quel point on peut raréfier l'air contenu dans le récipient.

Il paroît d'abord probable, qu'à chaque coup de Pompe il doit toujours ſortir une égale quantité d'air, & par conſéquent, qu'après un certain nombre de coups de Pompe, le récipient peut être entiérement évacué ; car il faut qu'on m'accorde que le récipient, ſera entiérement vuide au bout d'un certain temps, ſi on évacuë à chaque coup de piſton une égale quantité d'air, quelque petites que ſoient ces quantités ; ainſi ſi on fait ſortir à chaque coup de Pompe, ſeulement la milliéme partie de l'air qu'il y avoit d'abord dans le récipient, il eſt certain que l'évacuation totale ſera faite au bout de mille coups ; cela peut, dis-je, paroître probable au premier abord, mais ſi nous y faiſons attention, nous

trouverons, qu'il en arrive bien différemment. Je vais vous prouver en premier lieu, que la quantité d'air qu'on fait sortir à chaque coup de Pompe, n'est pas constamment la même, mais va toujours en diminuant à mesure qu'on continuë de pomper : & qu'ainsi on ne peut jamais entiérement évacuer le récipient, quelque effort que l'on fasse, & quelque longtemps qu'on employe à pomper, même en supposant la Machine exempte de défauts, & dans la plus grande perfection qu'on la puisse desirer. C'est sans doute un paradoxe, qu'on puisse faire sortir du récipient à chaques coups de Pompe, une certaine quantité d'air, sans qu'on puisse jamais venir à bout de le vuider entiérement ; mais j'espere vous convaincre aisément de la vérité de ce que j'avance. Pour ne pas cependant trop rabaisser le mérite de notre Machine, j'ajouterai, que quoiqu'il soit impossible de faire un vuide parfait, cependant nous en pouvons approcher à l'infini. Par un vuide parfait, j'entens seulement un vui-

de d'air, & non pas un vuide abſolu de toute matiere. Car ſans parler des autres Corps qui peuvent ſe trouver dans un récipient vuide d'air; c'eſt un fait conſtant que les rayons de lumiere pénétrent, au travers. Pour démontrer toutes ces propoſitions, voici un principe que je vais d'abord poſer.

La quantité d'air qu'on fait ſortir du Récipient à chaque coup de Pompe, eſt à la quantité que contenoit le Récipient avant le coup, comme la capacité de la Pompe dans laquelle l'air paſſe en ſortant du Récipient, eſt à la ſomme des capacités du corps de la Pompe & du Récipient.

Vous pouvez vous rappeller que dans chaque corps de Pompe, il y a deux ſoupapes, dont l'inférieure eſt placée au fond, & la ſupérieure eſt fixée au piſton; or l'eſpace qui demeure vuide entre ces deux ſoupapes, quand le piſton eſt élevé auſſi haut qu'il peut aller, eſt ce que j'appelle *la capacité du corps de Pompe*; car le reſte de l'eſpace qui eſt au-deſſus du piſ-

ton & de la valvule ſupérieure, n'eſt d'aucun uſage pour vuider le Récipient, & par conſéquent ne doit être ici compté pour rien. De même par *la capacité du Récipient*, j'entens non-ſeulement l'eſpace compris ſous le Récipient, mais auſſi tous les petits eſpaces avec leſquels il communique, tels que ſont le Tuyau qui va juſqu'à la valvule inférieure, & celui de la jauge mercurielle, ces eſpaces ſurnuméraires ſont à la vérité très-petits; cependant pour plus grande exactitude, on doit les compter & les regarder comme parties du Récipient.

Maintenant, pour voir la vérité de ce principe, il faut obſerver, qu'en élevant le piſton & l'éloignant du fond de la Pompe, il doit ſe faire un vuide dans ce nouvel eſpace, mais ce vuide eſt prévenu par l'air qui s'y tranſporte du Récipient; cet air comme vous ſçavez fait effort de tous côtés pour ſe répandre, & occuper de plus grandes dimenſions: or il arrive de-là, qu'il ouvre la valvule inférieure, & paſſe dans la partie vuide du

corps de Pompe que le piſton vient d'abandonner, & il doit continuer ainſi à paſſer juſqu'à ce qu'il ſoit de même denſité dans la Pompe & dans le Récipient : car ſi ſa denſité dans le corps de la Pompe étoit moindre que dans le Récipient, ſa force Elaſtique qui eſt toujours proportionnelle à ſa denſité, ſeroit auſſi moindre, & par conſéquent laiſſeroit encore paſſer l'air du Récipient dans la Pompe, juſqu'à ce qu'enfin les denſités fuſſent égales. Ainſi donc l'air qui, immédiatement avant le coup de Pompe, étoit renfermé ſeulement dans le Récipient & toutes ſes dépendances, eſt à préſent uniformément diſtribué dans le Récipient & le corps de la Pompe : d'où il eſt clair que la quantité d'air contenuë dans la Pompe, eſt à celle que contiennent la Pompe & le Récipient tout enſemble, comme la capacité de la Pompe, eſt à celle de la Pompe & du Récipient tout enſemble ; mais l'air que contient la Pompe, eſt celui-là même qui ſort du Récipient à chaque coup, & l'air contenu dans la Pompe

& le Récipient tout enſemble, eſt celui que contenoit le Récipient immédiatement avant le coup; donc la vérité de notre regle eſt évidente, ſçavoir que la quantité d'air qu'on fait ſortir du Récipient à chaque coup, eſt à celle que renfermoit le Récipient immédiatement avant le coup de Pompe, comme la capacité de la Pompe, eſt à celle de la même Pompe & du Récipient pris enſemble.

Pour éclaircir ceci par un exemple; ſuppoſons la capacité du Récipient deux fois auſſi grande que celle de la Pompe: donc la capacité de la Pompe, eſt à celle de la Pompe & du Récipient tout enſemble, comme 1 à 3, & la quantité d'air qu'on tirera à chaque coup de piſton, ſera à celle qui étoit dans le Récipient immédiatement avant ce coup, comme 1 à 3, de façon qu'au premier coup de piſton, on vuidera le tiers de l'air que contient le Récipient; au ſecond coup on vuidera le tiers du reſtant; au troiſiéme encore le tiers du reſtant; au quatriéme

de même, & ainſi de ſuite, la quantité d'air qu'on fera ſortir à chaque coup, diminuera dans la même proportion, que la quantité d'air que contenoit le Récipient immédiatement avant le coup.

Car il eſt évident que la troiſiéme partie, ou quelqu'autre partie aliquotte déterminée d'une quantité quelconque, décroit néceſſairement dans la même proportion que toute la quantité elle-même. En voila aſſez, je crois, pour prouver ce que j'avois d'abord avancé, ſçavoir, que les quantités d'air qu'on fait ſortir à chaque coup de piſton, ne ſont pas égales, mais vont toujours en diminuant.

Je vais démontrer à préſent, que la quantité d'air qui reſte dans le Récipient après chaque coup de Pompe, diminuë en progreſſion Geométrique. J'ai fait voir que l'air qui reſte dans le Récipient après chaque coup de Pompe, eſt à celui qui étoit dans ce Récipient immédiatement avant ce coup, comme la capacité du Récipient, eſt à la capacité de la Pompe & du Récipient tout enſemble : ou en

d'autres termes, que la quantité d'air du Récipient diminuë à chaque coup de Pompe, en raiſon de la capacité du Récipient, à celle du même Récipient & de la Pompe jointes enſemble ; chaque reſte eſt donc toujours moindre que le reſte précedent dans la même raiſon donnée, d'où il eſt clair qu'ils ſont tous dans une progreſſion Geométrique décroiſſante. Appliquons ceci à notre exemple, pour plus grand éclairciſſement.

La quantité d'air tirée au premier coup de Pompe étoit la troiſiéme partie de l'air du Récipient : par conſéquent le reſte étoit les $\frac{2}{3}$; par la même raiſon, le reſte après le ſecond coup, étoit les $\frac{2}{3}$ du reſte précedent, ou $\frac{4}{9}$, & ainſi de ſuite, cette diminution étant toujours dans la même raiſon de 2 à 3, par conſéquent les quantités reſtantes décroiſſent dans une progreſſion Geométrique ; & comme j'ai prouvé ci-devant, que les quantités d'air qu'on évacuë, décroiſſent en même raiſon que celles qui reſtent, il ſuit que les quantités qu'on fait ſortir à chaque coup

de Pompe, décroiſſent auſſi en progreſſion Geométrique; ſouvenez-vous donc bien, que les quantités d'air qu'on évacuë, ainſi que celles qui demeurent dans le Récipient à chaque coup de Pompe, diminuent dans la même progreſſion Geométrique.

Si les reſtes décroiſſent en progreſſion Geométrique, il eſt certain qu'à force de pomper, on pourra les rendre auſſi petits qu'on voudra, c'eſt-à-dire, qu'on pourra approcher autant qu'on voudra du vuide parfait, mais on voit en même-temps qu'on ne pourra tout évacuer: ſi on prétend qu'on le peut, voici comme je prouve le contraire.

Avant le dernier coup de Pompe qui devoit achever d'évacuer le Recipient, il faut néceſſairement qu'on accorde qu'il y avoit un reſte; or ce reſte par le dernier coup de Pompe, a dû ſeulement diminuer dans une raiſon donnée, comme je viens de le prouver: par conſéquent on n'a pû tout évacuer à ce dernier coup.

Il ne sera peut-être pas inutile de vous dire ici quelque chose de l'ascension graduée du mercure dans la jauge, qui nous a servi dans quelques Expériences ; vous avez observé, qu'à mesure qu'on a pompé l'air, le mercure a monté, & s'est approché de plus en plus de la hauteur déterminée du Barométre, qui comme vous sçavez est d'environ 27 pouces $\frac{1}{2}$; or je vais vous prouver 1°. que le complément de la hauteur déterminée dans la jauge, est toujours proportionnel à la quantité d'air qui reste dans le Récipient, 2°. que la hauteur entiere du mercure est comme la quantité d'air évacuée ; enfin, que l'ascension du mercure dans la jauge est proportionnelle, à la quantité d'air qu'on évacuë à chaque coup de piston.

Il faut d'abord vous ressouvenir, que la pression de l'Atmosphére sur le mercure de la Cuvette est égale, & peut faire équilibre avec une colomne de mercure de 27 $\frac{1}{2}$ pouces : donc quand le vif-argent n'est pas dans la jauge à cette hauteur, il est certain que le poids de ce qui s'en

s'en manque, doit être remplacée par quelque autre force qui lui soit égale : or cette force est la vertu Elastique de l'air qui reste dans le Récipient, lequel agissant sur la surface supérieure du mercure de la jauge, l'empêche de s'élever à la hauteur déterminée ; la force Elastique de l'air qui reste dans le Récipient, est donc égale au poids du complément de la hauteur du Barométre, mais le poids de cette quantité de vif-argent, est proportionnel à l'espace qu'elle occuperoit dans la jauge jusqu'à la hauteur déterminée, donc l'Elasticité de l'air qui demeure dans le Récipient, est aussi proportionnelle à ce même espace. Et puisque j'ai prouvé il, y a quelques jours, que la densité de l'air est toujours proportionnelle à son Elasticité, il suit que la densité de l'air, ou la quantité qui restera dans le Récipient, sera toujours proportionnelle à ce qui manque de vif-argent dans la jauge, pour achever la hauteur de $27\frac{1}{2}$ pouces, ce qu'il falloit démontrer.

Puisque la quantité d'air qui étoit dans

le Récipient avant qu'on commençât à pomper, eſt proportionnelle à une colomne de vif-argent de 27 $\frac{1}{2}$ pouces : la différence entre cette quantité d'air, & celle qui reſte après un certain nombre de coups de piſton, c'eſt-à-dire la quantité d'air évacuée, eſt donc proportionnelle à la différence entre la hauteur de 27 $\frac{1}{2}$ pouces, & le complément de cette hauteur, c'eſt-à-dire, à la hauteur actuelle dans la jauge après le même nombre de coups de piſton, ce qu'il falloit démontrer en ſecond lieu. D'où il ſuit enfin que la quantité d'air évacuée à chaque coup de Pompe, eſt proportionnelle à l'élévation du mercure par ce même coup, ce qu'il falloit démontrer en dernier lieu. Ces concluſions s'accordent parfaitement bien avec les Expériences, car il nous a été facile d'eſtimer la quantité d'air évacuée par le moyen de l'eau qui a occupé ſa place à meſure qu'il eſt ſorti du Récipient (*a*).

(*a*) Ce Récipient eſt la bouteille décrite dans l'Expérience I. pag. 15. elle porte un robinet pour empêcher le

Qu'on se ressouvienne donc que la quantité d'air évacuée à chaque coup de pompe, est proportionnelle à l'élévation du mercure dans la jauge à chaque coup; que toute la quantité d'air qu'on a pompée depuis le premier coup inclusivement, est proportionnelle à la hauteur actuelle du vif-argent dans la jauge; enfin, que la quantité d'air qui reste dans le Récipient, est proportionnelle au complément de la hauteur ordinaire du Baromètre.

Pour appliquer ceci aux Expériences qu'on a faites aujourd'hui, nous trouvons par nos mesures, que les élévations successives du mercure dans la jauge, diminuent à chaque coup de Pompe, en progression Geométrique; & je viens de prouver tout-à-l'heure, que les quantités d'air qu'on fait sortir à chaque coup de pompe, sont proportionnelles à ces élévations, donc nous pouvons conclure avec certitude par les Expériences, ce

retour de l'air après qu'on l'a pompé, & pour laisser entrer l'eau en sa place, en la plongeant dans un baquet.

que nous avions conclu par une ſuite de raiſonnemens, ſçavoir que les quantités d'air évacuées à chaque coup de Pompe, décroiſſent dans une progreſſion Geométrique.

Puiſque ces élévations ſucceſſives ſont les différences des compléments de la hauteur déterminée à chaque coup de Pompe, il ſuit que ces compléments décroiſſent auſſi dans la même progreſſion Geométrique ; car c'eſt un Theorême connu de tout le monde, que des quantités dont les différences décroiſſent en progreſſion Geométrique, décroiſſent auſſi dans la même progreſſion Geométrique, tant qu'elles ont de l'étenduë. Les compléments de la hauteur déterminée dans la jauge, décroiſſants donc dans une progreſſion Geométrique, & les quantités d'air qui reſtent dans le Récipient, étant toujours proportionnelles à ces compléments, comme je viens de vous le prouver tout-à-l'heure ; il ſuit des mêmes Expériences que vous avez vû faire, que les quantités d'air qui reſtent après

chaque coup de Pompe, décroiſſent auſſi dans une progreſſion Geométrique, ce que nous avions encore conclu par la même ſuite de raiſonnemens.

Avant que de finir ſur la machine Pneumatique, il me reſte quelque choſe à vous dire ſur l'uſage des deux Tables ſuivantes ; elles ſervent à faire voir le nombre de coups de pompes néceſſaire pour raréfier l'air dans une raiſon donnée dans un Récipient quelconque. La premiere Table eſt faite pour les Récipients, dont la capacité eſt égale à celle de la Pompe ; les nombres de la premiere colomne de cette Table expriment les degrés de raréfaction, & ceux de la ſeconde colomne expriment le nombre de coups de Piſton néceſſaire pour produire ces raréfactions, (on a joint à ces nombres, leurs parties décimales.) Par exemple, pour raréfier l'air 100 fois plus qu'il ne l'eſt naturellement, je cherche le nombre 100 dans la premiere colomne de la Table, & je trouve vis-à-vis dans la ſeconde colomne, le nombre

6.644, ce qui me fait connoître, que pour raréfier l'air 100 fois plus qu'il ne l'eſt naturellement, il faut 6 coups de Pompe, & 644 milliémes d'un coup ; ſi ſous le même Récipient on veut raréfier l'air 10000 fois plus qu'il ne l'eſt communément, on trouvera de même qu'il faut 13 coups de Pompe, & 288 milliémes.

TABLE I.

Rareté de l'Air.	Nombre des coups de Piſton.	Rareté de l'Air.	Nombre des coups de Piſton.	Rareté de l'Air.	Nombre des coups de Piſton.
1	0	60	5·907	900	9·814
2	1	64	6	1000	9·966
3	1·585	70	6·129	1024	10·
4	2	80	6·322	2000	10·966
5	2·322	90	6·492	2048	11·
6	2·585	100	6·644	3000	11·551
7	2·807	128	7	4000	11·966
8	3	200	7·644	4096	12·
9	3·170	256	8	5000	12·288
10	3·322	300	8·229	6000	12·551
16	4	400	8·644	7000	12·773
20	4·322	500	8·966	8000	12·966
30	4·907	512	9	8192	13·
32	5	600	9·229	9000	13·136
40	5·322	700	9·451	10000	13·288
50	5·644	800	9·644	16384	14·

Les Récipients dont nous nous ſervons pour nos Expériences, ſont ordinairement plus grands que la capacité de la Pompe, c'eſt pourquoi il faut un plus grand nombre de coups de Piſton, qu'il n'en eſt marqué dans la ſeconde colomne de la Table, pour raréfier l'air dans les degrés correſpondants de la premiere colomne. On ſeroit d'abord porté à croire, que le nombre des coups de Piſton néceſſaires pour raréfier l'air dans un certain degré, devroit excéder les nombres correſpondants de la ſeconde colomne, dans la même proportion que la capacité du Récipient excéderoit celle de la Pompe; mais pour peu qu'on faſſe d'attention, on verra que le nombre des coups de Piſton ne doit pas croître dans une ſi grande proportion, que les capacités des Récipients.

On peut voir par la ſeconde Table; (dont la premiere colomne marque les capacités des Récipients, & la ſeconde les nombres des coups de Piſton proportionnels à ceux de la premiere Table;)

dans quelle raiſon croiſſent les nombres des coups de Piſton, quand les capacités des Récipients croiſſent auſſi ; un exemple ou deux en fera comprendre tout d'un coup l'uſage.

Suppoſons la capacité du Récipient 10 fois plus grande que celle du corps de Pompe, & qu'on veuille trouver combien il faut de coups de Piſton pour raréfier l'air dans ce Récipient 100 fois plus qu'il ne l'eſt naturellement : Par la premiere Table on trouve, comme on a vû ci-devant, que le Récipient étant égal au corps de Pompe, le nombre des coups de Piſton ſeroit 6.644. Mais le Récipient eſt 10 fois plus grand ; cherchez donc le nombre 10 dans la premiere colomne de la ſeconde Table, & vous trouverez vis-à-vis dans la ſeconde colomne le nombre 7.273. D'où vous connoîtrez, que quoique la capacité du Récipient croiſſe dans une raiſon décuple, le nombre des coups de Piſton ne croit pas à beaucoup près dans la même proportion ; on trouvera donc le véri-

table nombre des coups de Piſton, en multipliant 6.644, par 7.273, ce qui fait 48.322.

TABLE II.

Capacité du Récipient.	Multiplicateur.	Capacité du Récipient.	Multiplicateur.
1	1.	60	41.934
2	1.710	70	48.866
3	2.409	80	55.798
4	3.106	90	62.729
5	3.802	100	69.661
6	4.497	200	138.976
7	5.191	300	208.291
8	5.885	400	277.605
9	6.579	500	346.920
10	7.273	600	416.235
20	14.207	700	485.549
30	21.139	800	554.864
40	28.071	900	624.179
50	35.003	1000	693.494

Ainſi pour trouver le nombre de coups de Piſton néceſſaire, pour raréfier l'air 10000 fois plus qu'il ne l'eſt naturellement, dans un Récipient 50 fois plus grand que la capacité de la Pompe; vis-à-vis 10000 dans la premiere colomne

de la premiere Table, je trouve 13.288, & vis-à-vis 50 dans la premiere colomne de la ſeconde Table, je trouve 35.003, qui étant multipliés l'un par l'autre, font 465.12 coups de Piſton qu'il faudra donner. Il eſt inutile de s'embarraſſer des fractions qui ſe trouvent après un certain nombre entier de coups de Pompe; on ne ſçauroit mouvoir le Piſton préciſément de la quantité que ces fractions expriment, mais la différence eſt ſi peu conſidérable, qu'on peut ſe diſpenſer d'en tenir compte. On a été obligé d'écrire ces fractions dans les Tables, afin que dans la multiplication il ne ſe perdît aucun nombre entier, comme il ſeroit arrivé, ſi on les avoit négligées; mais quand on a déterminé le produit, les fractions qui ſont jointes aux entiers, deviennent inutiles.

En faiſant ces Tables, j'ai laiſſé bien des nombres intermédiaires, pour ne leur pas donner trop d'étenduë; elles ſuffiſent pour ce que j'en avois à faire, ſçavoir pour vous donner une connoiſſan-

ce exacte des opérations de la machine Pneumatique.

Je devrois vous donner ici les Elémens sur lesquels elles ont été calculées ; mais j'ai peur que tout le monde ne soit pas en état de les entendre, à cause de leurs difficultés (*a*).

(*a*) Theorême. *Dans un Récipient dont la capacité est à celle du corps de Pompe, comme* c *à* 1, *pour raréfier l'air d'une quantité déterminée* r, *il faut un nombre de coups de Pompe égal à* $\frac{\log. r.}{\log. \overline{c+1} - \log. c.}$

DEMONSTRATION. Car à chaque coup de Pompe, l'air sera raréfié, ou dilaté dans la raison de l'espace c à l'espace $c+1$, ou de 1 à $\frac{c+1}{c}$; & par conséquent il y aura autant de raréfactions égales & successives, qu'il y a de raisons égales & successives dans cette série $1, \left|\frac{c+1}{c}\right|^1, \left|\frac{c+1}{c}\right|^2, \left|\frac{c+1}{c}\right|^3$, continuée jusqu'au terme $\left|\frac{c+1}{c}\right|^n$, dont l'exposant n sera le nombre déterminé de coups de Pompe. Par conséquent, la raison totale de toutes les raréfactions que nous supposons 1 à r, sera la même, que celle de 1 à $\left|\frac{c+1}{c}\right|^n$, c'est-à-dire du premier terme de la série au dernier ; donc $r = \left|\frac{c+1}{c}\right|^n$, & par la propriété des Logarithmes, logar. $r = n \times \log. \frac{c+1}{c} = n \times \log. \overline{c+1} - \log. c$, d'où l'on tire $\frac{\log. r}{\log. \overline{c+1} - \log. c} = n$. Ce qu'il falloit démontrer.

Coroll. 1. Dans la premiere Table, ou $c = 1$, l'air sera raréfié un nombre de fois r par un nombre de coups de Piston $\frac{\log. r}{\log. 2}$.

J'en passerai donc la construction, & je vous ferai seulement remarquer de la premiere Table, que si vous faites ensorte que les nombres de la premiere colomne soient en progression Geométrique, ceux qui leur répondront dans la seconde colomne, seront en progression Arithmétique.

On peut aussi observer de la seconde Table, que la disproportion de ces nombres de la seconde colomne, va toujours en augmentant depuis le commencement jusqu'à la fin, quelque étenduë qu'on donne à la Table, mais cependant que cette disproportion n'excéde jamais la raison de 13 à 9.

Venons à présent à la Pompe à con-

Cor. II. nommant t, ce dernier nombre, & mettant dans la seconde Table, (ou c a une valeur déterminée quelconque) m pour le multiplicateur correspondant, puisque l'Auteur fait $mt = n$, nous avons $m = \frac{n}{t} = \frac{\log. 2}{\log. c + 1 - \log. c}$.

Dans l'exemple de l'Auteur $r = 100$, $c = 10$, donc par le premier Cor. $t = \frac{\log. 100}{\log. 2} = \frac{2,00\,000}{0,301\,03} = 6,644$ coups de Piston : & par le second Corollaire $m = \frac{\log. 2}{\log. 11 - 10} = \frac{0,3\,010\,300}{0,0\,413\,927} = 7.273$, & $mt = n = 48,322$ coups de Piston.

denſer. Nous n'avons pas beaucoup de choſe à dire ſur cet inſtrument ; quand j'avancerai qu'à chaque coup de Piſton on introduit dans le Récipient une égale quantité d'air, ſçavoir préciſément autant qu'en contient naturellement la Pompe, la choſe eſt d'elle-même ſi évidente, que je crois qu'il eſt inutile d'entreprendre de la prouver ; car il eſt fort aiſé de comprendre, que quand on tire en haut le Piſton pour l'éloigner du fond de la Seringue, il ſe fait un vuide d'air juſqu'à ce que ce Piſton vienne à paſſer au-deſſus du petit trou qu'on a pratiqué au haut du corps de Pompe ; alors l'air extérieur pouvant paſſer librement dans la Seringue par ce petit trou, s'empare de cet eſpace vuide juſqu'à ce qu'il y ait autant d'air dans le corps de Pompe, qu'il en peut contenir naturellement ; quand donc on vient à mouvoir le Piſton de haut en bas, cet air ſe trouve comprimé, & ſe condenſe de plus en plus, juſqu'à ce qu'enfin ſon Elaſticité devienne auſſi grande que celle de l'air qui eſt contenu

dans le Récipient, & puiſſe par-là forcer la valvule, & ſe mêler avec celui du Récipient; puis donc que les quantités d'air introduites à chaque coup de Piſton ſont égales, il eſt évident que les degrés de condenſation croiſſent dans une progreſſion Arithmétique. Examinons à préſent, comment va le mercure dans la jauge; le voici dans ce Theorême dont je vais vous donner la démonſtration.

L'eſpace compris entre le vif-argent & l'extrêmité de la jauge, décroit à chaque coup de Pompe en progreſſion Harmonique.

Avant de démontrer cette propoſition, je vais vous dire ce que c'eſt qu'une progreſſion Harmonique; comme elle n'eſt pas ſi généralement connuë, que celles que nous appellons Geométrique & Arithmétique, il ne ſera pas inutile d'en expliquer ici la nature, je vais d'abord vous dire pourquoi on l'appelle ainſi.

C'eſt une choſe connuë de tous les Muſiciens, que ſi dans un inſtrument de Muſique on a trois cordes ſemblables à tous égards, mais ſeulement de différen-

tes longueurs, telles que ſont les nombres 6, 4, 3, les ſons que rendront ces cordes, ſeront parfaitement d'accord; ſçavoir une octave, une quinte & une quarte, ainſi le ſon de la derniere, ſera une octave à celui de la premiere, & le ſon de la ſeconde, ſera une quinte à celui de la premiere, & le ſon de la derniere, une quarte au ſon de la ſeconde; de-là les nombres 6, 4, 3, qui expriment les longueurs de ces cordes, ſont dits être en progreſſion Harmonique.

Maintenant, il eſt facile de remarquer que ces nombres ſont réciproquement proportionnels à trois autres nombres 2, 3, 4, en progreſſion Arithmétique; c'eſt ce qui a fait dire, que tout autre ſérie de nombre étoit en progreſſion Harmonique, quand tous les termes de cette ſérie ſont réciproquement proportionnels à ceux d'une progreſſion Arithmétique: retenez donc bien qu'une ſérie de nombre ſera en progreſſion Harmonique, quand tous ſes termes ſeront en proportion réciproque à ceux d'une progreſſion Arithméti-

que. On peut encore donner une autre propriété de ces nombres 6, 4, 3, ſçavoir que le premier eſt au troiſiéme, comme la différence du premier au ſecond, eſt à la différence du ſecond au troiſiéme; or cette propriété appartient également à tous les nombres qui ſont réciproques à ceux d'une progreſſion Arithmétique, c'eſt-à-dire à tous les autres nombres qui ſont en progreſſion Harmonique.

De-là étant donnés deux termes conſécutifs d'une progreſſion Harmonique, on trouve le ſuivant en diviſant le produit des deux premiers, par la différence du double du premier terme par-deſſus le ſecond, ainſi dans notre exemple 6, 4, 3, le produit des deux premiers 24 diviſé par la différence du double du premier ſur le ſecond 8, eſt égal $\frac{24}{8} = 3$, qui eſt le troiſiéme terme de la progreſſion.

Nous allons maintenant faire voir, que l'eſpace compris entre le mercure & l'extrêmité de la jauge, décroit à chaque coup de la Pompe en progreſſion Harmonique.

Pour

Pour cela il faut obſerver, que le vif-argent de la jauge eſt contigu d'un côté à l'air enfermé dans le Récipient, & de l'autre à l'air enfermé entre le bout de la jauge & le vif-argent ; de plus, que la denſité de ces deux airs eſt égale, autrement le vif-argent céderoit à celui qui auroit plus de denſité, qui ſeroit auſſi plus Elaſtique : quand donc le vif-argent eſt en repos dans la jauge, il eſt évident que les denſités des deux airs ſont égales : or puiſque la denſité de l'air augmente dans le Récipient en progreſſion Arithmétique, celle de l'air du bout de la jauge, doit auſſi augmenter dans la même progreſſion ; mais l'eſpace qu'occupe l'air, diminuë à proportion que ſa denſité augmente, ou en d'autres termes, ces eſpaces ſont réciproques aux denſités, donc les eſpaces ſont réciproquement comme une ſérie de termes Arithmétiquement proportionnels, c'eſt-à-dire qu'ils décroiſſent en progreſſion Harmonique. Et nous voyons que cette concluſion s'accorde parfaitement bien avec notre Expérience.

QUATORZIE'ME LEÇON.

Pesanteur de l'Air démontrée par la balance ; d'où l'on détermine le rapport de sa gravité spécifique à celle de l'eau.

NOUS avons assez prouvé jusqu'ici par différentes méthodes, que l'Air a une pesanteur actuelle ; nous avons déduit de ce principe un grand nombre de Phœnomenes, qu'on ne sçauroit expliquer d'aucune autre maniere : nous sommes donc authorisés à conclure, que ce principe est exactement vrai, conforme aux loix de la nature, & fondé sur une entiere évidence.

Mais une vérité que nous devons à nos sens, fait sur nous une impression bien plus profonde, & nous persuade bien plus facilement, que les forces réünies de toutes les conséquences tirées de la meilleure suite de raisonnemens.

C'est ainsi que l'Expérience que vous venez de voir, nous fournit une preuve

plus évidente & plus perſuaſive en même-temps de la peſanteur de l'Air, qu'aucune, ou peut-être que toutes les conſidérations auſquelles nous nous ſommes arrêtés juſqu'ici ; car en effet, que peut-on deſirer de plus fort, pour prouver qu'un corps a réellement de la peſanteur, que de la rendre, pour ainſi dire, viſible à la balance.

La facilité qu'on a toujours eu à faire cette Expérience, ou du moins quelqu'autre auſſi aiſée, me fait croire que loin de vous voir refuſer à cette vérité, vous ſerez plutôt étonnés de ce qu'il ait pû y avoir des ſectes entieres de Philoſophes, qui ayent véritablement douté de la peſanteur de l'Air.

Il eſt bien vrai qu'Ariſtote admet quelque part dans ſes écrits cette peſanteur, & qu'il employe pour prouver ſon ſentiment, l'Expérience d'une veſſie qu'il dit être plus peſante quand elle eſt enflée, que quand elle eſt flaſque, ce qui prouve évidemment la peſanteur de l'Air qu'elle contenoit : mais il eſt très-certain que ſes

ſectateurs l'ont abandonné dans ce point ; & ont enſeigné preſque généralement le contraire, pendant pluſieurs ſiécles conſécutifs.

Galilée paroît avoir été le premier des Philoſophes modernes qui les ait oſé contredire là-deſſus ; je vous ai donné un extrait des Obſervations, qu'il a faites ſur les Pompes ; il n'en a pas fallu davantage à un homme auſſi intelligent, pour lui faire abandonner la doctrine ordinaire de l'école. Mais le génie de recherches de ce grand homme, ne put le faire reſter long-temps dans l'incertitude : il fut bientôt décidé ſur le choix des Expériences qui pouvoient le ſatisfaire, elles lui fournirent une entiere conviction ; les voici.

Il prit un vaiſſeau de verre d'une grande capacité, & dont le goulot étoit très-étroit ; il appliqua à ce goulot un bouchon de cuir, dont il ferma l'orifice de la bouteille auſſi exactement qu'il lui fut poſſible, au milieu de ce couvercle il introduiſit un petit Tube, qu'il joignit au cuir avec la même exactitude ; enſuite

avec une Seringue il injecta par ce Tube autant d'air dans le vaiſſeau, qu'il en jugea néceſſaire, ſans riſquer de l'éclater; après quoi il le peſa avec l'air comprimé, à une balance très-exacte, ſe ſervant de ſablon très-fin pour contrepoids; il ouvrit enſuite le Tube pour laiſſer ſortir l'air comprimé, & quand il fut échappé, il repeſa de nouveau la bouteille, qu'il trouva plus legere qu'auparavant; il ôta une certaine quantité de ſablon, juſqu'à ce qu'il eût rétabli l'équilibre, ce qui lui démontra évidemment le poids de l'air en général, puiſque la peſanteur de celui qui s'étoit échappé du vaiſſeau de verre en ouvrant le Tuyau, étoit égale au poids du ſable qu'il avoit ôté, & mis à part.

Mais il ne lui fut pas poſſible de conclure de cette Expérience, quelle étoit la peſanteur d'une quantité d'air déterminée; car quoiqu'il connût le poids de l'air qui s'étoit échappé de ſa bouteille, rien ne lui en déterminoit le volume: il imagina donc deux autres Expériences que voici.

Il prit un autre vaiſſeau ſemblable au premier, il le boucha pareillement avec un cuir & fit paſſer au travers, le bout du Tube qui étoit fixé au premier vaiſſeau, & dont l'orifice étoit bouché exactement au couvercle de ce ſecond vaiſſeau; de maniere que ces deux vaiſſeaux ſe regardoient mutuellement, & communiquoient enſemble quand on débouchoit l'orifice du Tube qui étoit dans le ſecond vaiſſeau; cela ſe pouvoit faire par le moyen d'un fil de fer délié, qu'il avoit introduit par un petit trou pratiqué au fond de cette bouteille; mais je dois vous dire, qu'avant que d'aſſembler ainſi ces deux vaiſſeaux, il avoit empli d'eau le ſecond, & avoit peſé l'autre conjointement avec l'air comprimé, en prenant du ſable pour contrepoids comme auparavant; ces choſes étant ainſi propoſées, & le Tube ayant été ouvert en tirant le fil de fer; il eſt aiſé de comprendre que l'air a dû paſſer avec violence du premier vaiſſeau dans le ſecond, juſqu'à ce qu'il fût réduit dans le premier à ſa denſité na-

turelle : mais il a dû auſſi en paſſant dans ce ſecond vaiſſeau, chaſſer autant d'eau par le trou du fond, qu'en pouvoit occuper l'eſpace rempli par l'air qui venoit de ſortir du premier vaiſſeau : cette quantité d'eau s'eſt déterminée en peſant d'abord le vaiſſeau preſque plein d'eau, & en le repeſant enſuite quand on a eu achevé de l'emplir, on avoit de même la peſanteur de l'air qui étoit paſſé en repeſant le premier vaiſſeau ; d'où l'on a le rapport de la gravité ſpécifique de l'eau à celle de l'air, que Galilée trouva, comme 400 à 1.

L'autre méthode qu'il propoſe eſt un peu plus prompte, il ne faut qu'un vaiſſeau ajuſté comme l'un des précedents ; mais au lieu d'introduire plus d'air qu'il n'en peut contenir naturellement, il aime mieux le plonger dans l'eau à une certaine profondeur ; par-là l'air qu'il contient eſt comprimé & condenſé ; (il faut prendre garde qu'il s'en échappe quand l'eau entre ainſi par force,) ſuppoſant donc qu'il ſoit entré une ſuffiſante quan-

tité d'eau dans le vaiſſeau capable d'emplir les $\frac{3}{4}$ de la bouteille, il faut peſer le tout dans l'eau avec une balance bien exacte ; tournant enſuite en haut l'orifice de la bouteille & débouchant le Tube, l'air ſe dilatera, & il en ſortira une quantité égale au volume d'eau introduit dans la bouteille, on repeſera le tout de nouveau, & la différence ſera le poids de l'air qui en ſera ſorti ; & ſa gravité ſera à celle de l'eau, comme cette différence eſt au poids du volume d'eau entré dans la bouteille.

Telles ſont les découvertes de cet Excellent Phyſicien d'*Italie*, dans un temps où tous les autres Philoſophes avoient ſur cette matiere des idées bien différentes, & longtemps avant l'uſage des Barométres & de la machine Pneumatique. Il eſt toujours ſatisfaiſant de ſçavoir les méthodes qu'on a d'abord ſuivies dans ces recherches ; mais un autre avantage que vous pouvez retirer de cette hiſtoire, c'eſt qu'elle vous accoutume à imaginer vous-mêmes différents moyens de par-

venir au même but ; il seroit infini de rapporter les différentes méthodes qu'ont employées tous ceux qui ont été animés par cet esprit de recherches, je ne vous dirai pas non plus toutes celles que j'aurois pû imaginer moi-même ; celle qui a été publiée la premiere sur cette matiere, & qui a fait beaucoup de bruit dans son temps, est celle du Pere *Mersenne*, que je vais vous rapporter.

Il prit un vaisseau de cuivre creux dont le col étoit fort étroit, qu'on appelle ordinairement *Æolipile* ; il le fit rougir entre les charbons ardents, & dans cet état il le pesa promptement à une balance très-exacte, il le pesa de nouveau quand il fût parfaitement refroidi ; & trouvant son poids plus grand qu'auparavant, il conclud que cette différence étoit le poids de l'air, qui après avoir été chassé par la chaleur, étoit rentré quand elle avoit été dissipée ; ainsi il fut convaincu, que l'air étoit un corps pesant ; mais en quelle proportion par rapport aux autres corps ? c'est ce qu'il ne pouvoit pas dé-

terminer par cette seule Expérience. Il la répéta donc de nouveau, & quand l'*Æolipile* fut toute rouge, il trouva son poids préciſément le même qu'auparavant. Il en plongea enſuite l'orifice dans l'eau froide, & l'y laiſſa refroidir : l'eau entra avec impétuoſité, & la remplit preſque toute ; or il eſt inconteſtable que le volume d'eau qui entra, étoit égal au volume d'air qui avoit été chaſſé par la chaleur : & comparant le poids de cette eau avec celui de l'air trouvé par la premiere Expérience, il en conclut que la peſanteur ſpécifique de l'eau étoit 1300 fois plus grande que celle de l'air. Il eſt impoſſible de ne pas s'appercevoir de l'énorme différence de ce rapport à celui de Galilée, qui ne fait l'eau que 400 fois plus peſante que l'air ; mais en prenant un milieu, nous la trouverons 850 ſois plus peſante, ce qui s'accorde aſſez avec les Obſervations les plus récentes & les plus exactes.

Vous avez déja vû quelle proportion nous avons déduite de nos Expériences ;

mais je dois vous prévenir, que ſi notre bouteille eût été plus groſſe, nous l'euſſions déterminée encore plus exactement.

Dans quelques Expériences de nos premieres Leçons, nous nous ſommes ſervi d'une bouteille 8 fois auſſi grande, que celle dont nous venons de nous ſervir; j'ai toujours trouvé avec cette bouteille, la proportion de l'air à l'eau d'1 à 8 ou 900, mais communément plus près de 900.

J'ai eu cette grande bouteille de M. *Haukſbée*, à qui j'avois déja vû faire cette même Expérience devant la Société Royale; je ſuis témoin du ſoin & de l'exactitude avec laquelle elle a été faite, la proportion de la gravité ſpécifique de l'air à celle de l'eau, fut déterminée de 1 à 885. La maniere dont il a fait ſon Expérience, eſt la même que la nôtre, ainſi je ſuppoſe que vous la concevez parfaitement : mais parce que vous en retiendrez mieux le détail; je vais vous rapporter l'hiſtoire de ſon procédé, qu'il a donnée lui-même.

„ J'ai pris, dit-il, une bouteille qui „ contenoit plus de trois *Galons*, il n'eſt „ pas néceſſaire de déterminer préciſé- „ ment ce qu'elle contenoit de plus; ſa „ figure étoit ovale, je l'ai choiſie de cet- „ te forme, parce qu'elle eſt plus facile „ à plonger dans l'eau; j'ai mis dedans „ autant de plomb qu'il en a été néceſſai- „ re, pour la faire enfoncer au-deſſous „ de la ſurface de l'eau. J'ai mieux aimé „ mettre le plomb dans la bouteille que „ de l'attacher par dehors, parce que dans „ ce dernier cas, il s'y ſeroit attaché „ quelques bulles d'air qui auroient cauſé „ de l'erreur dans le calcul, au lieu que „ cette Expérience demande beaucoup „ d'exactitude & de ſoins.

„ Tout étant ainſi diſpoſé, j'ai bouché „ la bouteille qui contenoit de l'air com- „ mun, & je l'ai ſuſpenduë dans l'eau, par „ un fil de fer très-délié, attaché au bras „ d'une balance, j'ai trouvé qu'elle pe- „ ſoit dans l'eau $358\frac{1}{2}$ grains; après l'a- „ voir tirée de l'eau, je l'ai fixée à la Ma- „ chine Pneumatique, par le moyen d'u-

ne vis : en 5 minutes de temps elle a « été passablement vuide d'air, car le « mercure étoit monté dans la jauge à près « de 29½ pouces ; ensuite ayant fermé le « robinet de la bouteille, & l'ayant dé- « vissé, je l'ai suspenduë dans l'eau com- « me auparavant, elle ne pesoit plus que « 175½ grains, qui étant ôtés de 358½ « (poids de la bouteille & de l'air qu'elle « contenoit au commencement de l'Ex- « périence,) donne 183 grains pour le « poids de l'air qu'on a tiré par le moyen « de la machine Pneumatique. «

Ayant donc ainsi déterminé le poids « de l'air pompé, j'ai ouvert le robinet « de la bouteille, tandis qu'elle étoit en- « core plongée : l'eau est entrée d'abord « avec impétuosité, & a continué jusqu'à « ce qu'il y en ait eu un volume égal à « celui de l'air que j'avois fait sortir ; la « bouteille étant remise à la balance, a « pesé 162132 grains, desquels ôtant « 175½ grains pour le poids de la bou- « teille, & du peu d'air qui a pû y rester, « reste 161956½ grains pour le poids du «

„ volume d'eau égal à celui de l'air dont „ elle occupe la place ; ce qui donne la „ la proportion ſpécifique de l'air à celle „ de l'eau, comme 183 à $161956\frac{1}{2}$, ou „ bien, comme 1 à 885.

„ Il y a deux choſes à remarquer dans „ cette Expérience. La premiere, qu'il „ eſt inutile de s'embarraſſer de vuider „ exactement tout l'air ſur la machine „ Pneumatique, le ſuccès de l'Expérien- „ ce ne dépendant point du tout de cette „ exactitude, puiſqu'il n'eſt pas poſſible „ qu'il rentre dans le Récipient un volu- „ me d'eau plus grand, que le volume „ d'air qu'on a fait ſortir. Secondement, „ on doit obſerver dans quelle ſaiſon de „ l'année on fait cette Expérience.

„ Je l'ai faite dans le mois de *Mai*, le „ mercure étant à $29\frac{7}{10}$ pouces dans le „ Barométre, d'où l'on voit qu'on doit „ trouver une différence ſenſible dans les „ mois de *Decembre* & *Janvier*, quand la „ conſtitution de l'Atmoſphére eſt tout- „ à-fait différente, de ce qu'elle eſt dans „ toute autre ſaiſon.

Ainſi s'explique M. *Haukſbée* ; il me paroît qu'en voilà aſſez ſur cette matiere ; mais avant que de finir, reprenons un peu l'examen que nous avons déja fait de l'état de l'Atmoſphére, & des différents degrés de rareté de l'air, à différentes diſtances de la ſurface de la Terre.

Rappellez-vous que j'ai prouvé dans la ſemaine précedente, que la denſité de l'air diminuë dans une progreſſion Geométrique, quand ſa hauteur croit en progreſſion Arithmétique ; la vérité de cette regle ſuppoſe que la gravité des Corps eſt la même à toute ſorte de diſtances du centre de la Terre ; mais M. *Newton* a prouvé évidemment dans ſes Principes, que la gravité diminuë à meſure que les Corps s'éloignent du centre de leur peſanteur, de ſorte que la peſanteur eſt toujours en raiſon réciproque des quarrés des diſtances au centre, d'où il eſt évident, que quand la hauteur de l'air au-deſſus de la ſurface de la Terre eſt très-grande & devient conſidérable, par rapport au demi diamétre de la Terre, la

regle que je vous ai donnée ſe trouve fauſſe : mais ſi la hauteur eſt petite & peu conſidérable par rapport au demi diamétre de la Terre, comme il faut avoüer que ſont nos plus hautes montagnes, notre regle ſera toujours aſſez exacte, c'eſt celle qui a été propoſée par M. *Halleï* dans les Tranſactions Philoſophiques, & qui a été adoptée par M. *Gregory* dans ſon Traité d'Aſtronomie, en un mot, qui a été univerſellement reçûë ſans exception ; quoi qu'il en ſoit, voyons ce qui arriveroit dans l'hypotheſe de la diminution de la gravité, en raiſon de l'augmentation des quarrés des diſtances au centre de la Terre : je crains de n'être pas ici à la portée de tout le monde, mais je ferai enſorte de rendre la choſe auſſi intelligible, que ſa nature le peut permettre.

Soit (Fig. 40) *C* le centre de la Terre, *CA* le demi diamétre, *AB* une portion de ſa ſurface, & ſoit la ligne *CAD* prolongée juſqu'à l'extrêmité de l'Atmoſphére. Imaginez dans cette ligne les points *D E F* infiniment proches les uns

des

des autres ; prenez autant d'autres points ſemblables d, e, f, tels que les diſtances dC, eC, fC, ſoient réciproquement proportionnelles aux diſtances reſpectives DC, EC, FC, de ſorte que les diſtances dC, eC, fC, ſoient moindres que le demi diamétre AC, dans la même proportion que les diſtances DC, EC, FC, ſont plus grandes que ce même demi diamétre ; c'eſt-à-dire que les diſtances des petites lettres au centre, diminuent dans la même proportion que les diſtances reſpectives des grandes lettres au même centre, augmentent. Sur les points A, d, e, f élevez les perpendiculaires AB, dp, eq, fr proportionnelles aux denſités de l'air en A, D, E, F reſpectivement, de ſorte que la denſité de l'air en A, ſoit repréſentée par la perpendiculaire AB, la denſité en D, par la perpendiculaire reſpective dp, la denſité au point E, par la perpendiculaire eq, au point F, par fr.

Tout étant ainſi diſpoſé, je vais prouver, que ſi les diſtances CF, CE, CD, ſont priſes en proportion harmonique,

& par conſéquent les diſtances, Cf, ce, cd, en proportion Arithmétique, puiſqu'elles ſont réciproquement proportionnelles aux premieres : je vais prouver, dis-je, que les perpendiculaires fr, eq, dp, & par conſéquent les denſités de l'air dans les lieux reſpectifs F, E, D, ſont en progreſſion Geométrique.

Premierement, parce que les diſtances des petites lettres au centre, ſont réciproquement comme les diſtances des grandes lettres qui leur correſpondent, au même centre; il eſt manifeſte que Cd, Ce, :: CE, CD, & par conſéquent que la différence de Cd à Ce, eſt à la différence de CE à CD, comme Ce eſt à CD, ou (à cauſe que les points E & D, ſont ſuppoſés infiniment proches l'un de l'autre) :: Ce, CE, ou (parce que Ce eſt moindre que CA dans la même proportion, que CE eſt plus grand que CA, & que par conſéquent Ce, CA & CE, ſont en proportion Geométrique continuë) :: CAq eſt à CEq. Il eſt donc évident, que de, différence de cd & de

est à *DE*, différence de *CE*, *CD* : : *CAq* est à *CEq*.

Donc si la distance *CE* demeure la même, & par conséquent si la proportion de *CAq* à *CEq* subsiste, la proportion de *de* à *DE*, sera aussi la même, c'est-à-dire que *de* augmentera ou diminuera dans la même raison que *DE*; mais si *DE* demeure la même, parce qu'elle est toujours plus grande que *de* dans la proportion, que *CEq* est plus grand que *CAq*: il suit que *de*, doit nécessairement croître ou diminuer dans la même proportion, que *CEq* diminuë ou croît, c'est-à-dire que *de* doit toujours être réciproque à *CEq*.

D'où il suit, que si *DE* ni *CE* ne restent les mêmes, *de* sera directement comme *DE*, & réciproquement comme *CEq*; mais le volume d'air entre les lieux *D* & *E*, est comme *DE*, & sa pesanteur est réciproquement comme le quarré de *CE*, sa distance au centre; donc *de* est comme le volume & la pesanteur de ce même air tout ensemble, & par conséquent, puisque *eq* est comme sa densité,

le produit de $de \times eq$, ou l'aire $deqp$, ſera comme le produit de ſa denſité, de ſon volume & de ſa peſanteur, c'eſt-à-dire comme la force avec laquelle il preſſe l'air qui eſt au-deſſous ; & la ſomme de toutes ces aires, au-deſſous de dp, ſera comme la force de tout l'air au-deſſus de D, c'eſt-à-dire comme dp denſité de l'air en D : car comme vous ſçavez, la denſité de l'air eſt toujours comme la force qui le comprime.

Puiſque la perpendiculaire dp, eſt comme la ſomme de toutes les petites aires qui ſont au-deſſous d'elle, & que la perpendiculaire eq par la même raiſon, eſt comme la ſomme de toutes les aires qui ſont au-deſſous d'elle ; il ſuit, que la différence de eq & dp, eſt comme la différence de ces ſommes, c'eſt-à-dire comme l'aire $eqpd$.

Nous ſommes donc parvenus à trouver, que la différence des perpendiculaires eq, dp, eſt comme l'aire $eqdp$, compriſe entre ces perpendiculaires.

Or ſuppoſons maintenant, que les diſ-

tances *CF, CE, CD,* &c. soient prises en progression harmonique ; les distances *Cf, Ce, Cd,* seront donc en progression Arithmétique, & par conséquent tous les intervalles *de, ef,* &c. seront égaux, par conséquent les Aires *epdq* qui ont ces intervalles égaux pour bases, seront comme leurs hauteurs *eq.*

De-là, la différence de *eq* & *dp* qui étoit tout-à-l'heure comme l'Aire *eqpd,* sera comme *eq*, & par conséquent *dp* sera comme *eq,* c'est-à-dire, que les deux perpendiculaires, qui terminent la petite Aire enfermée entr'elles, ont toujours la même proportion, ou bien, que *fr, eq :: eq, dp,* c'est-à-dire que ces perpendiculaires *fr, eq, dp,* &c. sont en progression Geométrique ; mais ces perpendiculaires expriment les densités de l'air dans les lieux *F, E, D,* &c. donc les densités sont aussi en progression Geométrique.

De plus, puisque *Cd, CA :: CA, CD,* il suit que *Ad, AD :: AD, CD,* c'est-à-dire que *Ad* est moindre, que *AD* dans la même proportion, que le demi diamétre

de la Terre eſt moindre, que la diſtance du point *d* au centre.

Par conſéquent, pour trouver la longueur *Ad*, il faut diminuer la hauteur *AD* dans la proportion du demi diamétre de la Terre, à la ſomme de ce demi diamétre, & de la hauteur au-deſſus de ſa ſurface; c'eſt pourquoi j'appellerai déſormais *Ad*, la *hauteur diminuée* du point *D*, & par la même raiſon, je pourrai appeller *Ae*, la hauteur diminuée du point *E*, & *Af* la hauteur diminuée du point *F*, ainſi ſi *h* eſt le point qui correſpond au point *H*, *Ah* ſera la hauteur diminuée du point *H*.

Maintenant il eſt aiſé d'obſerver, que comme les diſtances *Cd*, *Ce*, *Cf*, ſont en progreſſion Arithmétique, les hauteurs diminuées *Ad*, *Ae*, *Af*, y ſont auſſi; d'où l'on tire ce Theorême.

Si on prend des hauteurs diminuées en progreſſion Arithmétique, les denſités de l'air ſeront en progreſſion Geométrique.

Donc ſi on connoît la rareté de l'air à une hauteur quelconque *H*, on peut

aiſément trouver ſa rareté à une autre hauteur quelconque D; car comme la hauteur diminuée du point H, eſt à celle du point D, ainſi le Logarithme de la rareté de l'air en H, eſt au Logarithme de ſa rareté en D, *ce qu'il falloit trouver.*

Toute la difficulté ſe réduit donc à trouver la rareté de l'air à quelque hauteur H, ce qu'on peut faire, comme je vous ai fait voir, en portant un Barométre au haut de quelque montagne, & en y obſervant l'abbaiſſement du mercure.

On en a fait l'Expérience ſur le *Puy de Domme* en France, & ſur la montagne *Snowdon* dans la Province de Galles; j'en ai parlé, quand j'ai traité cette matiere.

Mais la méthode que je vais maintenant vous donner, eſt bien plus prompte, & dépend des Expériences que nous avons faites nous-mêmes. Nous trouvons, comme je vous l'ai déja dit, en comparant pluſieurs Expériences, que la peſanteur de l'air eſt à celle de l'eau, comme 1 à 850, donc une colomne d'air de 850 pouces, ou 70 pieds 10 pouces

de hauteur, pese autant qu'une colomne d'eau d'un pouce. Supposons que *AH*, hauteur du point *H* au-dessus de la surface de la Terre, soit de 70 pieds 10 pouces ; donc, (parce que la hauteur ordinaire de l'eau dans le Tube de *Pascal* est 34 pieds ou 408 pouces, & que le poids de l'eau est en équilibre avec le poids de toute l'Atmosphére ;) il est évident que le poids de toute la colomne d'air qui est au-dessus du point *A*, est égal au poids d'une colomne d'eau de même base, & de 408 pouces de hauteur ; ôtez du poids de toute la colomne d'air, celui de la partie de cette colomne qui est entre *H* & *A*, & qu'on a prouvé égal à celui d'un pouce d'eau, le poids du reste de la colomne au-dessus du point *H*, sera égal à celui de 407 pouces d'eau : donc la force avec laquelle l'air est comprimé en *A*, est à celle avec laquelle il est comprimé en *H*, comme 408 à 407, & la rareté de l'air en *H*, est à celle du même air en *A* dans la même proportion. Vous sentez bien que

cette méthode suppose l'air de même densité dans tout l'espace *AH*. Ce qui n'est pas exactement vrai, mais la différence est si petite en 70 pieds, que l'erreur devient insensible ; au reste, si vous voulez une plus grande exactitude, vous pouvez prendre *AH* aussi petite que vous voudrez (*a*).

(*a*) Dans cette solution aussi-bien que dans la première, page 183. on voit que pour trouver la rareté de l'air à une hauteur proposée, il faut d'abord la déterminer par Expérience, à quelque hauteur connuë ; mais l'Auteur a perfectionné ces solutions dans son Livre *Harmonia mensurarum*, de sorte qu'on peut trouver cette rareté de l'air à une hauteur quelconque, sans être obligé de faire l'Expérience : ce qu'on peut regarder non-seulement comme quelque chose de très-curieux, mais aussi comme une preuve de l'excellence de sa méthode générale, de réduire les problêmes aux mesures des rapports & des angles, & cela immédiatement par les Tables des Logarithmes, des Sinus & Tangentes. Ce moyen est le plus court & le plus facile qu'on puisse employer dans la Theorie & dans la pratique. Pour preuve de ce que j'avance, je vais donner les solutions du problême que je viens de rapporter, & qui pourra servir de formule, sans cependant en donner la figure qui suppose une connoissance préliminaire des définitions que l'Auteur a données ailleurs. Mettant *l* pour le Logarithme de la rareté cherchée à une hauteur proposée *a* ; *m* pour le Logarithme constant 0.434 2944819, *h* pour la hauteur d'une partie homogene de l'Atmosphére réduite par-tout à la densité de l'air que nous respirons, *s* pour le demi diamétre de la Terre : suivant l'hypothese de la gravité uniforme de l'air à toute sorte

QUINZIE'ME LEÇON.

L'air eſt le milieu qui nous tranſmet les ſons ; examen de leur viteſſe & de leur propagation.

IL eſt aiſé de conclure, des Expériences que vous venez de voir, que l'air eſt le milieu au travers duquel ſe fait la propagation des ſons, depuis le corps ſonore, juſqu'à notre oreille. A meſure que nous avons pompé l'air de notre Récipient, vous vous êtes apperçûs que le ſon de la clochette a diminué, & quand

de hauteur, on a $l = \frac{m}{b} \times a$; mais dans la véritable hypotheſe de la peſanteur diminuée en raiſon de l'augmentation des quarrés des diſtances, on a $l = \frac{m}{b} \times \frac{s}{s+a} \times a$.

Dans le même Ouvrage, l'Auteur a donné une ſolution générale de ce problême auſſi ſimple, qu'aucune des autres ſolutions particulieres, en ſuppoſant la gravité comme une fonction quelconque de la diſtance du centre de la Terre.

L'eſtimation de la hauteur h à la pag. 174. eſt de 29254 pieds. M. *Newton* la fait 29725, prenant le rapport du vif-argent à l'eau :: $13\frac{2}{5}$ à 1, & de l'eau à l'air, comme 870 à 1, quand le vif-argent eſt à 30 pouces dans le Barométre. *Phil. nat. Princ. l. 2. prop.* 50 *Schol.*

l'air a été entiérement évacué, il a paru ceſſer entiérement. De même, à meſure que nous avons augmenté la denſité de l'air par la compreſſion, vous avez encore entendu le ſon s'augmenter, vraiſemblablement dans la même proportion que l'air a été condenſé.

On peut donc conclure raiſonnablement, que l'air eſt le véritable & ſeul milieu, qui tranſmet les ſons; car la cauſe & l'effet doivent ſe répondre mutuellement l'une à l'autre : quand on augmente ou diminuë l'une, l'autre doit augmenter ou diminuer dans la même proportion.

Peut-être dira-t'on que l'air ne fait que concourir à la production des ſons, & non pas à leur propagation; car il peut arriver que par le défaut d'air, le corps ſonore ſouffrira dans ſes parties un dérangement qui le rendra incapable de concevoir les mouvemens néceſſaires, pour exciter en nous la ſenſation du ſon ? Si nous accordons cette Objection, il faut avoüer que nos Expériences ne prouvent pas ce que nous en avons prétendu con-

clure. Pour moi, je déclare, que je ne conçois point la ſuppoſition ſur laquelle cette Objection ſeroit fondée; car ſuivant les idées que j'ai ſur cette matiere, la préſence de l'air ſeroit plutôt un obſtacle aux mouvemens d'ondulation du Corps ſonore, qu'un moyen capable de contribuer à leur production; cependant pour vous donner une plus grande ſatisfaction là-deſſus, je vais vous rapporter quelques Expériences de M. *Hauksbée*, qu'on trouve dans les Tranſactions Philoſophiques, deſquelles il réſulte que le vuide ne ſçauroit tranſmettre les ſons actuellement produits.

„ Je pris, dit-il, un Récipient épais, „ armé d'un anneau de cuivre à ſon fond, „ dans lequel je renfermai une clochette auſſi grande que le Récipient la „ pouvoit contenir, j'attachai fortement „ par le moyen d'une vis, ce Récipient „ à la platine de la Machine Pneumatique, avec un cuir mouillé entre deux; „ il étoit rempli d'air commun qui ne „ pouvoit aucunement ſortir, je le cou-

vris d'un autre Récipient plus large, & « je pompai exactement l'air enfermé en- « tre deux : par ce moyen j'étois sûr, que « quand le battant viendroit à frapper la « cloche, il se produiroit du son dans le « Récipient intérieur, qui étoit plein « d'air commun, & qui n'avoit souffert « aucune altération par le vuide fait « tout autour. Tout étant ainsi prêt, j'ai « agité le battant de la cloche, mais il « n'a passé aucun son au travers du vuide, « quoique je fusse très-certain qu'il s'en « produisoit actuellement dans le Réci- « pient intérieur : „ il conclut de cette Expérience, que l'air est le milieu qui transmet les sons.

Maintenant, pour expliquer comment se fait la propagation du son, la plupart des Physiciens ont recours à cet Expérience si commune d'une pierre jettée dans une eau dormante ; car comme la surface de l'eau se couvre de vagues circulaires qui naissent successivement de la pierre, comme centre ; & s'en éloignent toujours parallélement, en deve-

nant de plus grandes en plus grandes, juſqu'à ce que rencontrant enfin le bord, elles s'évanoüiſſent ou ſe réflechiſſent les unes ſur les autres ; de même, diſent-ils, ces mouvemens d'ondulation ſi néceſſaires dans les Corps pour produire les ſons, doivent exciter dans l'air de pareilles vagues, qui s'étendant à de grandes diſtances, dans des cercles concentriques, viennent enfin juſqu'à nos organes, ſur leſquels ils impriment un certain frémiſſement qui excite dans notre ame la ſenſation du ſon.

Il faut avoüer que cet exemple peut aſſez bien nous repréſenter les mouvemens imperceptibles de l'air, qui nous tranſmet les ſons ; mais on ne doit pas porter la comparaiſon trop loin, car il eſt certain qu'elle ne ſe maintient pas bonne à tous égards ; quelques Phyſiciens du premier ordre ſe ſont entêtés mal-à-propos ſur cette Expérience, & ont voulu y découvrir une analogie plus exacte qu'elle n'eſt néceſſaire. Je vais vous rapporter deux circonſtances de cette Expé-

rience, dans l'une desquelles ces mouvemens de l'air & de l'eau s'accordent parfaitement bien, tandis qu'ils sont tout-à-fait contraires dans l'autre.

On peut facilement s'appercevoir, que les ondulations de la surface d'une eau dormante ne se transmettent pas seulement directement en avant; car si on met quelque obstacle capable d'en arrêter le cours, leur mouvement devenant oblique, elles se dilateront dans la partie de l'étang qui est immédiatement derriere l'obstacle, au lieu que cette partie auroit dû demeurer tranquile & unie, & n'auroit jamais dû participer à ce mouvement d'ondulation, s'il ne se fût étendu que par autant de rayons partis du Corps projetté.

Figurez-vous une cloison qui passe au travers d'un étang, & qui le partage en deux parties; imaginez qu'on a fait au milieu de cette cloison, une ouverture par laquelle l'eau peut communiquer d'une partie dans l'autre. Or si d'un côté l'on jette une pierre, les vagues continueront

à s'étendre jusqu'à ce qu'elles arrivent à la cloison où elles seront en partie réflechies, tandis qu'une autre partie passera par l'ouverture, & s'étendra dans l'autre partie de l'eau; mais ces ondes s'étendront régulierement, comme si elles eussent eu l'ouverture de la cloison pour centre, & non pas par un mouvement direct & semblable à celui qu'elles avoient d'abord dans la premiere surface de l'eau avant que d'avoir passé par le trou, car la cloison la détruit; mais ce mouvement latéral & oblique est occasionné par l'inflexion qu'elles ont soufferte en passant par l'ouverture.

De même on peut observer que les Ondulations de l'air qui transmettent les sons d'un lieu à un autre, ne se distribuent pas non plus suivant des lignes droites tirées du Corps sonore, car s'il se trouve quelque obstacle, elles se plient aussi-tôt autour de lui, & arrivent à l'oreille de l'Auditeur par un mouvement oblique : c'est ainsi que deux personnes peuvent s'entretenir, quoiqu'il y ait une muraille

muraille fort haute entre deux : or il eſt certain que dans ce cas, le Son ne va pas de l'un à l'autre par un mouvement direct, mais qu'il monte depuis celui qui parle, juſqu'au haut du mur où rompant ſon cours, il deſcend & parvient à l'oreille de l'Auditeur ; de même quand on tire un coup de fuſil ſur le penchant d'une montagne, on entend fort bien le Son de l'autre côté, quoiqu'il ſoit certain que ce Son n'y ſçauroit parvenir qu'en ſe détournant, ou pardeſſus le ſommet de la montagne, ou par ſes côtés : ce ſont des faits dont tout le monde peut ſe convaincre par ſa propre Expérience ; mais les Philoſophes ſe laiſſent ſouvent entraîner par les préjugés, même juſqu'à conteſter les faits. Examinons donc la choſe avec attention, & voyons quelles conſéquences nous en pouvons tirer.

Pour cet effet, je tâcherai d'abord de vous faire comprendre auſſi clairement qu'il me ſera poſſible, comment ces ondulations ſe produiſent dans l'air, & comment elles s'y conſervent. Il eſt inu-

tile d'inſiſter ici davantage ſur celles qui ſe font ſur la ſurface de l'eau, car il paroît qu'on n'a jamais beaucoup diſputé ſur leur propagation oblique.

Concevez donc, que quand les particules du corps Sonore viennent à prendre un mouvement de vibration, elles ſont portées ſucceſſivement en avant & en arriére : or quand elles vont en avant, elles doivent néceſſairement preſſer les parties d'air qui leur ſont contiguës, & les mouvoir auſſi en avant dans la même direction que la leur, & par conſéquent elles condenſeront ces parties d'air ; mais quand les parties du corps Sonore retourneront en arriére, les parties d'air qui avoient été condenſées ſe rétabliront en ſe dilatant, d'où il eſt manifeſte que les parties d'air contiguës iront & viendront, & ſeront ſujettes à un mouvement de vibration ſemblable à celui des parties du corps Sonore.

Par la même raiſon que le corps Sonore produit des vibrations dans les parties d'air qui lui ſont contiguës, celles-

ci communiqueront un pareil mouvement à leurs voiſines, & celles-ci à d'autres, & ainſi de ſuite ; & de même que les premieres ſont condenſées en allant en avant, & raréfiées en retournant en arriére, de même auſſi les dernieres ſeront condenſées en avant, & dilatées en retournant en arriére, par conſéquent elles n'iront point toutes enſemble en avant, & ne reviendront point toutes enſemble : car dans ce cas, leurs diſtances reſpectives ſeroient toujours les mêmes, & par conſéquent elles ne pourroient être ſucceſſivement condenſées ni raréfiées ; mais en ſe heurtant les unes les autres quand elles ſont condenſées, & s'écartant quand elles ſont raréfiées, il faut qu'une partie aille en avant, pendant que l'autre retourne en arriére, & que cela ſe faſſe ſucceſſivement depuis la premiere juſqu'à la derniere.

Maintenant, le mouvement des parties qui vont en avant, & qui dans cette progreſſion viennent à être condenſées, conſtituë ces vibrations qui frappent notre

oreille, & les autres Corps qui leurs sont exposés. C'est ainsi que se fera la propagation du Son, par les vibrations successives de l'air, qui partiront du corps Sonore; & parce que les vibrations de ces corps Sonores, se succederont par des intervalles de temps égaux, celles qui seront excitées dans l'air par ces différentes vibrations, se succederont aussi les unes aux autres par des intervalles de temps égaux.

Vous voyez donc que les ondulations de l'air consistent dans une raréfaction, & une condensation réciproque de ses différentes parties, comme celles de l'eau consistent dans un flux & reflux successif & réciproque des parties de l'eau; les vibrations des parties d'air condensées répondent aux ascensions de l'eau dans le flux, & comme ces parties d'eau ainsi élevées descendent par leur pesanteur, de même les parties d'air condensées se raréfient ensuite par la force de leur Elasticité.

On peut observer encore, que quoi-

que ces vibrations ſoient étenduës à de très-grandes diſtances, par un mouvement direct & progreſſif; cependant les eſpaces dans leſquels les parties d'air font leurs vibrations, ſont très-petits & preſque inſenſibles. Il eſt inutile pour la propagation de ces vibrations, que toute la maſſe d'air ſoit muë directement en avant, comme dans le cas du vent : car par un ſemblable mouvement, comme je l'ai déja dit, les parties d'air garderoient toujours les mêmes diſtances reſpectives entr'elles, & par conſéquent ne ſeroient pas condenſées ni raréfiées ſucceſſivement; or quelque petit que ſoit cet eſpace dans lequel ces parties achevent leurs vibrations, il ſera toujours ſuffiſant pour produire une condenſation ſucceſſive des parties, en quoi conſiſte le progrès de chaque vibration.

Il reſte maintenant à prouver, que la propagation de ces vagues ſe fait non-ſeulement en avant par des lignes droites, ſuivant la direction du mouvement des parties du corps Sonore, mais auſſi de

quelque côté qu'elles puiſſent s'étendre, latéralement, obliquement, en un mot, dans toutes les Régions de l'air qui les environne, qui ſans cela ſeroient demeurées en repos, comme n'étant pas directement dans le chemin de ces vagues : or cet air qui environne celui qui eſt dans la direction des vagues, étant dans ſon état naturel, deviendra tantôt plus rare & tantôt plus denſe, ſelon que celui qui ſera des vibrations, ſera condenſé ou raréfié ; il arrivera donc, que quand l'air des vagues ſe dilatera, celui qui l'environne ſera condenſé, & réciproquement celui-ci ſe raréfiera quand l'air des vagues ſera condenſé, & occupera leur place, c'eſt-à-dire que cet air environnant, ſera plus denſe dans le temps des vibrations, & plus rare dans leurs intervalles ; il acquerera donc auſſi ce même mouvement d'ondulation qu'a produit le corps Sonore, ſur les parties qui l'environnent immédiatement. Et comme l'air qui environne celui qui eſt directement expoſé aux premieres vibrations acquiert lui-mê-

me ce mouvement, il doit par la même raiſon le communiquer à d'autre air qui l'environne, & ainſi ces ondulations s'étendront dans toutes les Régions de l'air ſuivant toutes les directions imaginables, non pas toujours à la vérité par un mouvement direct, mais par une propagation latéralement oblique, quand ces Régions confineront à celles qui participent de ce mouvement direct.

Il eſt donc évident par ces conſidérations auſſi-bien que par les Expériences, que ces ondulations de l'air ont une analogie complette avec celles de l'eau, en ce que la propagation ne s'en fait pas ſeulement en avant, mais auſſi obliquement, & qu'ainſi elles peuvent aller juſque derriere quelque obſtacle qui s'oppoſe d'abord à leur progrès; on peut dire la même choſe de toute ſorte de mouvement qui ſe tranſmet par le moyen d'un Fluide quelconque.

Telle eſt la premiere circonſtance dont j'avois à vous entretenir.

Je n'aurai pas de regret de m'être arrêté

ſi longtemps ſur cette matiere, ſi ce que je viens de vous dire, d'après M. *Newton*, peut ſervir à vous faire comprendre, comment ſe fait la propagation du Son au travers de l'air. Cette explication décide encore une queſtion importante de Phyſique ſur la propagation de la lumiere.

Quelques-uns ont crû que le ſoleil devoit élancer continuellement, & avec une force incroyable des particules de matiere très-déliées, qui après avoir traverſé des diſtances immenſes, impriment dans nos yeux ce mouvement néceſſaire pour exciter dans notre ame la ſenſation de la lumiere ; d'autres au contraire, & en plus grand nombre, ont crû que les particules de la lumiere, qui affectent nos yeux, n'arrivent point immédiatement du ſoleil, mais participent ſeulement de ſon mouvement, & que ces particules reçoivent ce mouvement par l'entremiſe d'une matiere ſubtile & étherée qui s'étend du ſoleil à nous, & dont elles-mêmes ſont des parties.

Deſcartes, qui a ſoutenu le ſyſtême du

plein, a penſé que la propagation de la lumiere conſiſtoit ſeulement dans une ſemblable preſſion tranſmiſe en un inſtant du ſoleil à nous, au travers du plein, mais cette explication a été amplement réfutée dans la ſuite, par la merveilleuſe découverte de M. *Roëmer*. Il a fait voir clairement, par les Obſervations des Eclipſes des Satellites de Jupiter, que la propagation de la lumiere eſt ſucceſſive & ne ſe fait pas en un inſtant, quoique ſa viteſſe ſoit preſque incompréhenſible, puiſqu'il ne lui faut qu'un demi quart d'heure pour venir du ſoleil à nous, tandis qu'un boulet de canon qui iroit toujours avec la même viteſſe qu'il a en ſortant de la piéce, employeroit 25 ans à parcourir le même eſpace.

M. *Huyghens* a propoſé une nouvelle hypotheſe, dans laquelle il ſuppoſe que ce mouvement ſi rapide, ſe tranſmet du ſoleil à nous, par des ondulations ſucceſſives de l'éther, ſemblables à tous égards à celles de l'air dans la propagation des ſons. Quand on examine avec ſoin toutes

les différentes parties de cette hypothese, elle paroît très-ingénieuse & si heureusement assortie, qu'on ne sçauroit s'empêcher de la desirer véritable. Mais il résulte des Observations que j'ai faites cy-devant, que ni cette hypothese ni aucune de celles qui suppose nt un Fluide intermédiaire entre le soleil & nous, ne sçauroient expliquer comment se fait la propagation de la lumiere; car si cette hypothese avoit lieu, il s'ensuivroit que la lumiere n'auroit pas un simple mouvement direct & progressif, mais qu'elle pourroit aussi se répandre obliquement, comme le Son, quand elle trouveroit quelque obstacle, qu'elle pourroit pénétrer dans les espaces qui seroient au-delà de ces obstacles : d'où il suivroit que nous devrions avoir un jour perpetuel, même à minuit; & qu'une Eclipse totale de Soleil seroit impossible. Je pourrois encore ajoûter quelques autres remarques, sur le mouvement de la lumiere, mais ce seroit une trop longue digression, je reviens à mon sujet.

La seconde particularité que j'ai à vous faire observer, c'est la différence des viteſſes, des ondulations de l'air & de celles de l'eau.

On a trouvé par pluſieurs Obſervations réïtérées, & on eſt généralement d'accord là-deſſus, que tous les Sons, ſont portés au travers de l'air avec une viteſſe déterminée, & que la grandeur ou la petiteſſe du Son ne contribuë en rien, à en augmenter ni diminuer la viteſſe : Or on pouvoit croire que les ondulations de l'eau, s'étendroient auſſi toujours depuis le Corps central, qui les excite avec une viteſſe auſſi déterminée, quelque fût la grandeur ou la force du Corps central, quoiqu'à la vérité elle fut différente de la viteſſe des Sons, d'autant qu'elles ſont toutes deux excitées dans différents milieux.

Ç'a été le ſentiment de *Gaſſendi*, qui a imaginé un parfait accord entre ces ondulations de l'air & celles de l'eau, mais cette opinion a été réfutée, par les Phyſiciens de l'Illuſtre Académie *del cimento*

de *Florence*, qui ont trouvé qu'elle étoit contraire aux Expériences, ils nous disent au contraire, que des Expériences réïtérées leur ont fait connoître, que plus la pierre eſt large, & plus la force avec laquelle elle eſt jettée dans l'eau eſt grande, plus auſſi les vagues ont de viteſſe.

M. *Newton* dans ſon Excellent Livre, *Principia Philoſophiæ*, &c. va plus loin; il conſidere la nature de ces vagues, & de quelle maniere elles ſe forment, & de cette ſimple conſidération, il en déduit *à priori* les viteſſes; il conclut que quand la force qui produit ces ondulations devient plus grande, & par conſéquent, que quand leurs diſtances mutuelles ſont auſſi plus grandes, leurs viteſſes augmentent en raiſon ſoudoublée de leurs diſtances. Ainſi ſi cette force augmente aſſez, pour que les diſtances entre les ondes deviennent 4 fois plus grandes qu'auparavant, la viteſſe ſera double, ſi leur diſtance devient 9 fois plus grande, leur viteſſe ſera triple, & quadruple ſi ces diſtances ſont 16 fois plus grandes; & ce qu'il y a de

plus particulier, c'eſt qu'il fait voir que dans tous les cas, la viteſſe eſt telle, que ſi on prend la longueur d'une pendule égale à la diſtance des vagues, elles parcoureront un eſpace égale à ce même intervalle entre deux ondes, dans le temps que le pendule fera ſes vibrations; par conſéquent ſi la diſtance entre les ondes eſt de 39, 2 pouces, elles parcoureront cet eſpace en une ſeconde de temps; mais ſi la diſtance devient plus grande ou moindre que 39, 2 pouces, l'eſpace parcouru dans une ſeconde, augmentera ou diminuera dans une proportion ſoudoublée de la diſtance augmentée ou diminuée.

Sa maniere de prouver ces conſéquences eſt très-curieuſe, & je crois que je pourrois la rendre aſſez intelligible, mais comme elle n'eſt pas abſolument eſſentielle à mon ſujet, j'aime mieux vous renvoyer à ſon livre. La viteſſe du Son, que cet incomparable Phyſicien a auſſi déduite *à priori*, eſt ce qui mérite à préſent notre attention. Sa maniere de raiſonner ſur cette matiere eſt ſi ſublime & exige

une si grande application, que je pense qu'il ne convient pas ici d'en faire le détail, il suffira de vous faire entendre sa méthode générale.

Vous sçavez que pour former ces ondulations nécessaires à la propagation du Son, chaque particule d'air doit être muë en avant & en arriére, en tournant pour ainsi dire, dans un espace très-petit. M. *Newton* va plus loin, il fait voir que ce mouvement en avant & en arriére n'est pas uniforme, mais acceleré & retardé par degrés, & préciſément le même que celui d'un pendule : ce qu'ayant démontré, il conçoit l'Atmosphére réduit par-tout dans une denſité uniforme, & ſemblable à celle de l'air que nous reſpirons à la ſurface de la Terre. Vous vous ſouvenez bien que nous avons déterminé la hauteur de l'Atmoſphére ainſi réduite d'environ 5 milles $\frac{1}{2}$. Il imagine donc un pendule auſſi long que cette hauteur, & calcule dans quelle proportion de temps, les particules d'air & ce pendule acheveront leurs vibrations reſpectives, en

comparant ces eſpaces & les viteſſes avec leſquelles ils ſont parcourus, il trouve que le temps des vibrations des particules d'air, eſt à celui des vibrations du pendule, comme la diſtance des ondes entr'elles, où comme l'intervalle des vibrations, eſt à la circonférence d'un cercle, dont le demi diamétre ſeroit la longueur du pendule, ou la hauteur de l'Atmoſphére réduite.

Or les vagues en allant en avant, décrivent un eſpace égal à leur intervalle, dans le temps que chaque particule d'air fait ſa vibration; donc le temps dans lequel les ondes parcourent un de leurs intervalles, eſt au temps auquel le pendule fait une de ſes vibrations en allant & venant, comme l'intervalle entre les ondes, eſt à la circonférence que je viens de déterminer.

D'où il conclut que la viteſſe de ces ondes de l'air, ou ce qui eſt la même choſe, que la viteſſe du Son eſt telle qu'il pourroit parcourir un eſpace égal à la circonférence d'un cercle, dont le demi

diamétre ſeroit la hauteur de l'Atmoſphére réduite, dans le temps qu'un pendule de la même longueur, que ce demi diamétre feroit une de ſes oſcillations, ou pour m'exprimer encore plus ſimplement, que la viteſſe du Son ſeroit égale à celle qu'auroit acquiſe un Corps peſant, en tombant de la moitié de la hauteur de l'Atmoſphére réduite.

De-là il calcule, & après les réductions néceſſaires, il trouve que le Son doit parcourir 1142 pieds par ſecondes, ce qui s'accorde avec les Obſervations les plus exactes, & ce qui confirme ſans replique, que l'air ſeul, à l'excluſion de tout autre Fluide qu'on pourroit imaginer répandu entre ſes parties, eſt le milieu qui tranſmet le Son.

Il faut avouer, que ceux qui ont obſervé la viteſſe du Son, ne ſe ſont pas toujours accordés dans leurs meſures. Mais on doit attribuer cette différence au défaut d'exactitude des méthodes qu'ils ont employées, ou bien aux diſtances qu'ils ont choiſies trop petites pour faire leurs

Expériences.

Expériences. Je vais rapporter les meilleures, auxquelles on puisse se fier.

Mrs *Cassini*, *Picard* & *Roëmer*, trois illustres Membres de l'Académie Royale des Sciences, ont faits leurs Expériences à la distance d'environ un mille & demi, & ont trouvé que le Son parcouroit dans une seconde de temps, environ 1172 pieds. L'Académie *del Cimento* de *Florence*, a fait faire ses Expériences à la distance d'environ 3 milles, & a trouvé 1148 pieds par seconde. Messieurs *Halleï* & *Flamsteed* par une Observation faite à pareille distance, ont trouvé 1142, & cette derniere viteſſe est confirmée par de plus exactes recherches de M. *Derham*, Recteur d'*Upminster*, dans la Province d'Essex, & Membre de la Société Royale. Transactions Philos. N°. 313.

On trouve dans les Transactions Philosophiques, un détail des Observations qu'il a faites avec grand soin pendant l'espace de trois années à différentes distances, depuis un mille jusqu'à 12. Nous pouvons donc conclure avec assurance,

que la viteſſe du Son eſt de 1142 pieds par ſeconde, à très-peu de choſe près. *

Je dis à peu de choſe près, parce qu'il eſt certain que le vent favorable ou contraire, peut augmenter ou diminuer cette viteſſe. Chacun ſçait que le vent n'eſt autre choſe, qu'une certaine quantité d'air muë en avant, avec un mouvement direct & progreſſif; ſi donc ce volume d'air eſt mû dans le même ſens que les ondes Sonores, les ondes participeront de ce mouvement: s'il eſt mû en ce ſens contraire, les ondes ſeront retardées, de ſorte que la viteſſe du Son augmentera dans le premier cas, & ſera retardée dans le ſecond, proportionnellement à la viteſſe du vent.

* Par des Expériences plus récentes, & faites avec beaucoup de ſoins, M. *Caſſini* le fils a déterminé la viteſſe du Son, entre la Tour de *Montlhery* & la Pyramide de *Montmartre*, [dont la diſtance eſt 14636 t.] de 173 toiſes, ou 1038 pieds par ſeconde = 1106 pieds Anglois; & à une diſtance de 22537 toiſes, ſçavoir, entre le Fanal de *Sette* & la Tour de *Conſtans* à *Aigues-mortes*, le Son traverſant une partie du Golfe de Lyon, il a déterminé ſa viteſſe de 1041 pieds par ſeconde = $1109\frac{1}{2}$ pieds Anglois. Dans ces Expériences le vent étoit inſenſible, ou ſouffloit tranſverſalement. Mém. Ac. année 1738. pag. 135. & 1739. pag. 127.

L'Académie de Florence, & quelqu'autres Physiciens, qui ont fait de semblables Expériences, n'ont point observé que le vent changeoit sensiblement la viteſſe du Son, c'eſt pourquoi on a cru qu'il conſervoit toujours la même viteſſe; mais M. *Derham* nous a enfin détrompé, il nous aſſure que dans certaines Obſervations, il a trouvé une accélération dans les viteſſes qui, quoique fort petite, eſt cependant aſſez ſenſible à de grandes diſtances, telles que celles dont il s'eſt ſervi. Il a fait auſſi pluſieurs Expériences ſur la viteſſe du vent en particulier, il dit que par une tempête ſi violente, qu'elle renverſa preſque un moulin à vent, auprès duquel il faiſoit ſes Obſervations, il a trouvé pluſieurs fois que le vent n'avoit que 66 pieds de viteſſe par ſeconde, d'où il eſt facile de conclure qu'un vent moderé ne change pas ſenſiblement la viteſſe du Son.

Conſiderons à préſent les effets du chaud & du froid ſur le Son. Puiſque par la chaleur l'air ſe dilate, il eſt évident

que la hauteur de l'Atmosphére, supposé qu'elle soit par-tout de même densité, augmentera à proportion de cette expansion, & par conséquent, que la viteſſe du Son qui eſt égale à la viteſſe qu'acquereroit un Corps pesant, en tombant de la moitié de cette hauteur, sera aussi augmentée en raison soudoublée, de cette même expansion, & on peut dire la même choſe des effets du froid, sçavoir que la viteſſe du Son diminuera en raison soudoublée de la condensation de l'air.

Par quelques Obſervations faites sur la dilatation & la condensation de l'air, depuis son plus grand degré de chaleur jusqu'à son plus grand degré de froid, j'ai trouvé que la moyenne viteſſe du Son pouvoit augmenter ou retarder de $\frac{1}{30}$, & qu'ainsi le Son peut parcourir 1141 $\pm$ 38 pieds en une seconde, selon que la saiſon eſt plus chaude ou plus froide (*a*).

(*a*) Par l'Expérience de M. *Hauksbée*, (Transf. Phil. n°. 315) les proportions de la plus grande, de la moyenne & de la moindre dilatation de l'air dans ces climats, sont exprimées par les nombres 144, 135, 126, qui sont comme 32, 30, 28, (en diviſant par 4, 5) supposons donc la moyenne hauteur de l'Atmosphére réduite, diviſée en 30

Quoique M. *Derham* dise qu'il n'a jamais observé, que le chaud & le froid apportent de différence sensible dans la viteſſe du Son, nous ne devons cependant pas conclure contre la Theorie, qu'il n'y en a aucune; je ne doute point de son exactitude ni de sa fidélité, & j'aime mieux dire, qu'apparemment quand il a fait ses Expériences, les variations du froid au chaud étoient trop peu considérables, pour que cette différence dans la viteſſe du Son pût se faire appercevoir, ce qui peut fort bien être, puisqu'à peine dans la plus grande variation de la chaleur, cette différence est-elle de la $\frac{1}{30}$ partie de la viteſſe.

Ce qu'il ajoûte sur la variation de la hauteur du mercure dans le Barométre, sçavoir, qu'elle n'a aucune influence sur la viteſſe du Son, est plus facile à croire,

parties égales, la plus grande hauteur sera 32, & la moindre 28; donc par ce qui a été prouvé dans cette Leçon, la moyenne viteſſe du son augmentera en raison soudouble de 30, à 32, c'est-à-dire, comme 30, à 31 environ; cette augmentation sera donc $\frac{1}{30}$ de la moyenne viteſſe, ou $\frac{1}{30}$ de 1142 pieds, ou bien enfin 38 pieds par seconde; cette moyenne viteſſe pourra être diminuée de la même quantité.

car cela se confirme aussi par la Theorie. Il est certain que la hauteur de l'Atmosphére réduite au même degré de densité, ne doit point suivre les variations du Barométre; car quoique l'étenduë de cette Atmosphére uniforme soit souvent changée, cependant (mettant à part les variations par le froid & le chaud,) sa densité changera toujours dans la même proportion, & la hauteur demeurera toujours la même, par conséquent la viteſſe acquise en tombant de cette hauteur, (qui est égale à celle du Son,) demeurera aussi toujours la même.

D'où l'on voit que la propagation du Son est également prompte, soit que l'air soit plus rare ou plus dense, ou que son Elasticité augmente ou diminuë dans la même proportion que sa densité; ce qui arrive toujours, excepté quand le chaud & le froid dérangent cette proportion.

SEIZIE'ME LEÇON.

L'air eſt quelquefois abſorbé, & quelquefois il eſt reproduit : la nature de cet air artificiel ; Exploſions dans le vuide, diſſolutions, fermentations, &c.

QUOIQUE les Expériences que nous venons de faire, ſoient ſuffiſantes pour nous convaincre que certains Corps ſolides qui ſouffrent quelque altération dans leurs parties, peuvent produire une quantité d'air conſidérable, ſoit que cette altération ſe faſſe par degrés & inſenſiblement, comme dans la putréfaction & les fermentations très-lentes, ſoit qu'elle ſe faſſe très-promptement comme dans les diſſolutions, ſoit enfin que cette altération ſoit inſtantannée comme dans l'exploſion de la poudre à canon : cependant j'aurois ajoûté pour plus grandes preuves, l'Expérience que fit il y a quelque temps le Docteur *Slare*, ſans le danger qu'il y a de la répeter : en voici le détail qu'il a donné lui-même.

„ Nous prîmes, dit-il, une demie drach-
„ me d'huile de semences de *Carvi*, &
„ nous la versâmes dans un petit pot de
„ fayance ; ayant mis dans une petite bou-
„ teille, une drachme de notre esprit de
„ Nitre composé, & placé cette petite bou-
„ teille dans le pot de fayance, nous mî-
„ mes le tout sous un Récipient de trois
„ pintes, sur la Machine Pneumatique de
„ M. *Papin* ; quand nous eûmes vuidé
„ tout l'air, nous renversâmes la bouteil-
„ le, pour voir ce qui arriveroit de ce
„ mélange dans le vuide ; mais en un clin
„ d'œil le Récipient sauta en l'air, & le
„ mélange s'enflamma, ce qui nous ef-
„ fraya tous. Je n'ai jamais rien vû ni en-
„ tendu de semblable d'aucun mélange
„ fait dans le vuide, quoi que j'en aie fait
„ plus d'un millier : car à en juger par
„ les Expériences surprenantes de l'il-
„ lustre M. *Boyle*, l'absence d'air devoit
„ presque toujours éteindre le feu & la
„ flamme ; l'élancement du Récipient
„ fait aussi une Expérience des plus singu-
„ lieres & des plus difficiles à expliquer.

Comment ces liqueurs, dont la quan- "
té eſt à peine une drachme & demie, "
ont-elles pû produire une ſi grande "
quantité d'air ? car non-ſeulement elle a "
dû être ſuffiſante pour emplir le Réci- "
pient, mais il a fallu encore que cet air "
fut aſſez comprimé, pour excéder la "
réſiſtence conſidérable de la partie de "
l'Atmoſphére, qui peſoit ſur ce Réci- "
pient, dont le diamétre étoit de ſix pou- "
ces, & la hauteur de plus de huit, ſans "
quoi il n'auroit pû ſauter en l'air. "

En conſidérant attentivement les "
Phœnomenes de cette Expérience, "
nous trouvons que la réſiſtance étoit de "
quelques quintaux, & qu'ainſi la force "
avec laquelle le Récipient a été élan- "
cé, a dû être beaucoup plus grande ; "
cette exploſion n'a pû être occaſionnée "
par la dilatation de l'air commun ca- "
ché entre les parties des liqueurs, car "
on l'a vû ſortir de ces mêmes liqueurs "
avant le mélange, à meſure qu'on a "
pompé celui du Récipient. Il eſt très- "
certain que la Pompe n'en avoit laiſſé "

„ aucune particule Elaſtique. Cet air a „ donc été produit dans l'inſtant du mé- „ lange par la violente agitation de ces „ liqueurs ſi dilatables ; il n'a pas été ab- „ ſolument produit de nouveau, & nous „ pouvons raiſonnablement croire qu'il „ y étoit renfermé, quoique dans un état „ différent de celui de l'air ordinaire : car „ tout ce qu'a produit l'effet de la Ma- „ chine, a été ſeulement de le délivrer „ de la compreſſion de l'Atmoſphére en „ le laiſſant ſe dilater, comme fait une „ veſſie quand on ceſſe de la comprimer, „ & qu'on ôte tout ce qui s'oppoſe à ſon „ expanſion ; nous avons donc raiſon de „ conclure, que nos liqueurs ont de cet- „ te ſorte d'air, qui par l'inflammation „ prend un mouvement rapide, & ſe di- „ late à un degré capable de produire „ un effet auſſi ſurprenant que celui que „ je viens de rapporter. Les circonſtan- „ ces ſingulieres de cette Expérience, „ me fait appeller ce mélange, une eſpe- „ ce de *Poudre à Canon liquide*. „

Je vais maintenant vous donner un dé-

tail abregé des Obſervations de M. *Boyle*, qu'on trouve dans ſa ſeconde continuation des Expériences Phyſico-méchaniques. Comme elles ſont encore les meilleures, & preſque les ſeules * qu'on ait faites ſur cet air artificiel, elles ſeront très-propres à nous faire connoître ſa nature & ſes propriétés ; je ferai mon extrait auſſi plus court que je pourrai, pour ne pas vous ennuyer. Ceux qui en deſireront davantage, pourront lire cet excellent Ouvrage tout entier.

* On en trouve un grand nombre & de très-belles, dans le ſixiéme Chapitre de la Statique des Vegetaux de M. *Hales*, traduite en François par M. de *Buffon*.

ARTICLE PREMIER.

Différents moyens de produire de l'air.

LE Pain ne produit pas d'air par lui-même dans le vuide, mais quand il eſt un peu humecté & paîtri, il en produit une bonne quantité, d'où on a conclu que l'eau eſt un diſſolvant capable de tirer l'air du Pain ; on a auſſi eſſayé de le brûler dans le vuide, avec un verre ar-

dent, & par ce moyen il s'eſt produit beaucoup d'air, qui s'élançoit à tout moment comme par fulmination ; d'où il eſt très-probable, que l'air de ce pain eſt ſi étroitement renfermé, qu'il n'eſt pas facile de l'en délivrer ; mais que ſi quelque choſe peut le débarraſſer, il peut alors produire de grands effets.

Des Raiſins ſecs pilés & humectés, ont produit beaucoup plus d'air que d'autres qui n'étoient pas humectés ; il paroît donc que l'eau eſt un agent capable d'en tirer l'air. On a obſervé que la production de l'air, ne commence pas immédiatement dans le temps de l'affuſion de l'eau, mais qu'elle ſe fait rapidement au bout de cinq ou ſix jours, quand les parties d'eau ſe ſont inſinuées profondément, & ont mieux pénétré les Raiſins.

On a enfermé des Poires pilées dans deux Récipients différents, & on a trouvé que dans un de ces Récipients qui avoit été expoſé au ſoleil, il s'étoit produit beaucoup plus d'air que dans l'autre, d'où on a conjecturé que la chaleur

du soleil aide beaucoup à la production de l'air.

Des Raisins pilés dans le vuide avec de l'esprit de vin, ont produit beaucoup plus d'air que sans cette liqueur, d'où il paroît que l'esprit de vin concoure à la production de l'air dans les Corps enfermés dans le vuide, quoique par d'autres Expériences il paroisse empêcher entiérement cette production dans les Corps enfermés dans l'air commun.

Par des Expériences faites avec des Pommes cuites, cruës, sucrées, non sucrées, & enfermées dans des Récipients de différentes grandeurs, on a conclu, que la capacité des Récipients, le sucre & la crudité du fruit, concouroient tous à la production de l'air.

ARTICLE II.

Différentes manieres d'empêcher la production de l'air.

On a mis dans un Récipient vuide d'air, de la pâte faite avec de la farine de

froment ſans levain, & on a placé ce Récipient dans une chambre où il y avoit grand feu, néanmoins, la pâte n'a pas produit d'air dans l'eſpace de 10 heures, d'où on a penſé, que quand la pâte a une fois ſouffert trop de froid, elle peut à peine recouvrer ſa faculté de fermenter; car dans un autre temps de la pâte faite ſans levain dans l'Eté, a produit beaucoup d'air en peu de temps dans le vuide.

Sur de la pâte faite avec du levain, on a verſé de l'eſprit de vin, l'Expérience a fait voir que l'eſprit de vin interrompoit la fermentation, & empêchoit la production de l'air.

Par quelques Expériences faites ſur les Poires, on a vû que les fruits enfermés dans un Récipient avec une grande quantité d'air comprimé, ne produiſoient pas une auſſi grande quantité d'air artificiel, que dans les milieux moins denſes; on a de plus remarqué, que cet air artificiel ſe produiſoit à pluſieurs fois, & que les variations de froid & de chaud contribuoient beaucoup à ces alternatives;

quoiqu'ils n'en ſoient pas la véritable cauſe. On a trouvé que la même choſe arrivoit avec la Pâte.

On a mis dans un Récipient des Raiſins ſecs pilés & trempés dans du vinaigre, on a vuidé l'air, & on a trouvé que le vinaigre empêchoit la fermentation des Raiſins, & par conſéquent la production de l'air.

On a mis des Raiſins ſecs & des Abricots dans deux Récipients, l'un deſquels étoit plein d'air produit des Ceriſes, & l'autre plein d'air commun; on a trouvé que l'air artificiel des Ceriſes empêchoit les Abricots d'en produire, cependant on a jugé qu'il avoit altéré leur couleur & leur dureté, mais qu'il conſervoit leur goût.

On a mis dans des Récipients plein d'air commun, des grappes de Raiſin avec de l'Eſprit de vin, & ſans Eſprit de vin: il a paru, que dans l'air commun l'Eſprit de vin empêchoit la fermentation, quoique par d'autres Expériences, on ait trouvé qu'il l'animoit dans le vuide.

Dans un Récipient vuide d'air, on a enfermé quelques Pêches avec de l'Esprit de vin, qui ne touchoit point les Pêches : on a enfermé dans un autre Récipient plein d'air commun d'autres Pêches en pareille quantité, sans Esprit de vin. On a trouvé par cette Expérience, que les vapeurs de l'Esprit de vin empêchoient quelquefois la fermentation & la production de l'air, mais toujours moins que l'Esprit de vin lui-même.

Par des Expériences faites sur de la Pâte levée, & sans levain, toutes deux avec l'Esprit de vin, & sans Esprit de vin, on a conclu que le levain empêchoit plutôt la production d'air, qu'il ne l'avançoit, si la Pâte n'étoit pas faite dans un lieu suffisamment chaud.

De l'Ale nouvelle ayant été renfermée dans un Récipient si plein qu'il ne pouvoit y rester d'air, & une pareille quantité de même Ale ayant été enfermée dans un autre Récipient, dans lequel on avoit réservé un espace plein d'air, il a paru que l'Ale fermentoit plus lentement s'il n'y

à pas d'air dans le vaiſſeau, qu'avec de l'air, cependant à la ſuite du temps il fait un grand effort, ſi on ne lui a pas laiſſé aſſez de place pour s'étendre.

Ayant enfermé des Pois verds dans un Récipient vuide, avec de l'Eſprit de vin & ſans Eſprit de vin, on a vû que l'Eſprit de vin empêchoit la production de l'air des Pois.

ARTICLE III.

Les effets de l'air Artificiel, ſont différents de ceux de l'air Commun.

Par deux Expériences faites ſur des Ceriſes, on a conclu que dans l'air artificiel, les fruits produiſent moins d'air que dans l'air commun, & qu'ils y conſervent mieux leur couleur & leur goût. On a auſſi obſervé que les Ceriſes contiennent beaucoup d'air, qu'elles produiſent très-irrégulierement.

On a fait quelques Expériences avec des Raiſins verds dans l'air commun, & dans l'air artificiel des Poires, deſquel-

les on a conclu que l'air artificiel étoit propre à altérer la couleur des fruits, & que cependant il conservoit leur goût.

On a trouvé qu'un mélange d'air commun & d'air produit des Cerises, conservoit mieux des Oranges, que l'air commun tout seul.

Ayant mis deux morceaux de chair de Bœuf dans deux différents Récipients, l'un desquels étoit rempli d'air commun, & l'autre d'air produit des Cerises, on a trouvé par la comparaison, que l'air des Cerises empêchoit la viande d'en produire.

On a mis dans un Récipient plein d'air ordinaire deux Oignons, pour voir si la vegetation, augmenteroit ou diminueroit la quantité d'air renfermée avec ces Oignons; on en a mis deux autres dans dans un Récipient plein d'air artificiel de la Pâte, & ayant comparé le résultat, on a trouvé que l'air artificiel n'empêchoit pas du tout la vegetation, & que non-seulement le volume des Corps, mais aussi la quantité d'air, augmentoient dans la vegetation.

Ayant enfermé du Verjus en grains dans de l'air artificiel des Pois, & dans de l'air commun, le réſultat a confirmé que l'air artificiel conſerve la couleur des fruits & en altére le goût, au contraire de ce qu'on a vû dans les premieres Expériences.

On a enfermé de la Giroflée dans trois Récipients différents, ſçavoir dans l'air ordinaire, dans le vuide, & dans l'air artificiel de la Pâte; on a obſervé que l'air artificiel altéroit plutôt la couleur, mais qu'il préſervoit de la moiſiſſure, ce qui arrive auſſi dans le vuide.

Par une Expérience faite dans deux Récipients, avec de l'air commun & de l'air artificiel des Ceriſes, on a trouvé que ce dernier altéroit la fermeté & la couleur des Abricots; une petite partie de cet air fut d'abord abſorbée.

On a mis dans trois Récipients des Raiſins ſecs, ſçavoir dans le vuide, dans l'air des Groſeilles, & dans l'air commun; ces Expériences ont fait voir que l'air artificiel avoit avancé l'altération.

On a enfermé quelques Pêches dans un Récipient plein d'air commun & d'air produit des Raisins, dans lequel on avoit laissé les Raisins, pour que l'air commun fût mieux saoulé d'air artificiel ; on a conclu de cette Expérience, que l'air commun corrompt bien-tôt les fruits, & que cependant il le fait moins vîte, s'il est mêlé d'air artificiel.

Dans quatre Récipients différents, on a mis d'égales quantités de Poires coupées par morceaux, un de ces Récipients étoit plein d'air commun & fermé exactement, l'autre étoit plein du même air, mais non pas exactement fermé, un troisiéme étoit plein d'air des Cerises, enfin le quatriéme étoit vuide. On a observé que la corruption ne commence pas plutôt dans l'air libre que dans l'air renfermé ; mais quand elle a une fois commencé, elle va beaucoup plus rapidement dans l'air libre, l'air enfermé paroissant être bientôt rassasié. On a aussi observé, que l'air artificiel étoit très-propre à amollir les fruits, & il paroît probable que la pro-

duction de l'air a été ici excitée par l'air artificiel, quoiqu'il en ſoit arrivé autrement avec les Abricots, dans une autre Expérience.

On a enfermé des Abricots dans quatre Récipients différents, dont un bien fermé & plein d'air commun : l'autre plein du même air, mais mal fermé : un troiſiéme plein d'air commun mêlé d'air artificiel des Pois : enfin le quatriéme plein d'air commun raiſonnablement comprimé : on a conclu, que la quantité de la corruption eſt proportionnelle à la quantité d'air, & que dans l'air artificiel l'altération eſt plus vive, mais qu'à la ſuite du temps la corruption y devient beaucoup plus grande que dans l'air commun.

ARTICLE IV.

Les effets de l'Air comprimé, ſont différents de ceux de l'Air commun.

Ayant mis des Oignons dans l'air commun & dans l'air condenſé, on a trouvé qu'une legere compreſſion, n'empêchoit

pas les Corps de se raréfier par la vegetation.

On a mis des Tulipes & des pieds d'Allouëttes dans de l'air commun & dans de l'air condensé, & on a jugé que la compression empêche dans quelques plantes la putréfaction & la moisissure.

On a mis dans de l'air commun & dans de l'air condensé une moitié d'Orange, & l'Expérience a confirmé, que l'air condensé retarde quelquefois la corruption ; cependant quelques Expériences ont prouvé que le progrès de la corruption dépend de la quantité d'air.

Ayant renfermé dans l'air commun, & dans l'air comprimé d'égales quantités de Roses, il a paru que l'air comprimé en altéroit plus volontiers les couleurs que l'air ordinaire.

On a mis les deux moitiés d'une Orange dans l'air comprimé & dans l'air ordinaire, d'où l'on a jugé que la moisissure dépend de la quantité d'air.

On a enfermé deux Souris dans l'air commun & dans l'air comprimé, on a

trouvé que la Souris dans l'air commun avoit abſorbé quelque quantité d'air ; & en comparant le temps que chacune a vécu dans cette priſon, on a décidé que l'air comprimé entretenoit mieux la vie des animaux, mais on doit obſerver que cette compreſſion n'étoit pas bien grande.

On fait la même Expérience ſur des Mouches, & il a paru qu'elles n'étoient pas ſenſibles à une petite compreſſion, ni même à une grande raréfaction, à moins qu'elle ne fut très-conſidérable ; on a voulu faire la même choſe ſur des Grenonilles, mais on n'en a rien pû conclure de certain.

Par une autre Expérience faite avec des Oranges coupées, on a confirmé que la quantité de moiſiſſure dépendoit de la quantité d'air ; mais on a auſſi obſervé que la moiſiſſure paroiſſoit un peu plus tard dans l'air comprimé que dans l'air commun : quoique par la ſuite elle s'étende beaucoup davantage dans l'air comprimé. On a conclu la même choſe de quelques Expériences répetées ſur des

Roſes, ſur des morceaux de Limon, & ſur de la Giroflée.

On a mis dans un Récipient plein d'air commun une Souris, pour ſçavoir ſi elle produiroit ou abſorberoit de l'air, on a conclu qu'un Animal vivant conſomme de l'air, mais qu'un Animal mort en produit.

Par quelques Expériences faites ſur des Animaux, on a trouvé qu'une grande compreſſion leur eſt nuiſible & même mortelle.

ARTICLE V.

Effets de l'air artificiel ſur les Animaux.

On a enfermé dans un Récipient des Abeilles vivantes, du vinaigre diſtillé & du corail en poudre; ayant bien pompé l'air du Récipient, on a jetté le corail dans le vinaigre, mais l'air produit par la fermentation n'a pas rendu le mouvement aux Abeilles; cependant quand elles ont été dans l'air commun, elles ont commencé à s'agiter, d'où on a ſoup-

çonné que l'air artificiel nuiſoit aux Animaux.

On a mis deux Mouches dans un Récipient, dans lequel on avoit introduit l'air artificiel des Groſeilles à la place de celui qu'on avoit pompé, on en a mis deux autres dans le vuide d'abord, & enſuite on leur a rendu l'air; celles-ci ont continué à ſe mouvoir dans cet air nouvellement rendu, tandis que les autres ſont mortes, malgré l'air artificiel des Groſeilles. On a répeté cette Expérience, dont le ſuccès a confirmé que l'air artificiel eſt nuiſible aux Animaux.

Ayant rempli trois Récipients avec de l'air de la Pâte, on a mis dans un d'eux un cornet parfumé auquel on a mis le feu, ce Récipient étoit bouché, le feu s'eſt éteint en une minute de temps; on a enſuite chaſſé l'air artificiel avec un ſoufflet, & on a rallumé le papier, or quoique le Récipient fut fermé auſſi exactement qu'auparavant, le papier néanmoins a flambé aſſez longtemps.

On a mis une Mouche dans le ſecond

Récipient, elle a paru mourir subitement, mais ayant été exposée au soleil, elle est revenuë en peu de temps, on a soufflé l'air du Récipient, & on a remis la Mouche, il ne lui est plus rien arrivé. On a répeté la même Expérience avec la même Mouche, dans un troisiéme Récipient rempli aussi d'air artificiel, l'Expérience a réüssi de même, excepté que la Mouche ayant été plus longtemps renfermée, ne s'est pas sitôt rétablie; d'où il paroît que non-seulement l'air artificiel est contraire aux Animaux, mais aussi à la flamme.

On a fait encore plusieurs autres Expériences sur différents Animaux, d'où on a conclu comme auparavant, que l'air artificiel leur est très-pernicieux, mais que si on le mêle avec de l'air commun, il ne produit pas si promptement ses effets, & il paroît d'autant plus pernicieux qu'il est moins mêlé; on a pensé aussi que l'air artificiel nuit plus aux Animaux que le vuide même, d'où on a conclu qu'il tuë par quelque qualité venimeuse, &

non pas par le défaut d'air commun. L'air produit des Ceriſes, a quelquefois été moins nuiſible aux Grenouilles, que l'air produit de la Pâte ; l'air produit des Groſeilles moins nuiſible aux Souris, que celui de la poudre à canon, & les Limaçons ne ſe ſont pas ſi mal trouvé de l'air des Pois, que de celui de la Pâte.

ARTICLE VI.

Animaux dans le vuide.

Un Papillon qu'on avoit enfermé ſous un Récipient vuide d'air, a ceſſé de ſe mouvoir au bout de trois heures, & quand on a laiſſé rentrer l'air, il a paru ſe mouvoir comme à l'ordinaire. On l'a enſuite lié par une de ſes Cornes, & on l'a ſuſpendu par le fil dans le Récipient, il s'agitoit & ſe portoit très-librement de côté & d'autre en battant des aîles ; mais quand on a repompé l'air, il a reparu immobile, car il n'a pû remuer le fil ni ſe déranger tant ſoit peu de la perpendiculaire.

Par une autre Expérience faite sur des Mouches dans un air très-raréfié, on a conclu qu'il ne faut à ces insectes qu'une très-petite quantité d'air.

On a tenu assez longtemps des Limaçons dans le vuide, jusqu'à ce qu'ils paruſſent avoir perdu tout leur mouvement, dans cet état ils ont produit quelque Air, quoiqu'ils ne fuſſent pas si bien morts, qu'ils n'en puſſent réchapper.

On a mis sous le Récipient dans le vuide, des Mouches de viande avec leurs œufs, on a trouvé que ces insectes peuvent éclorre & vivre, sinon dans le vuide, du moins dans un air très-raréfié.

Par une autre Expérience semblable, on a conclu que les insectes ne pouvoient éclorre ni vivre dans le vuide, quoiqu'on vienne de voir qu'ils le peuvent dans un air très-raréfié, ce qui a été confirmé aussi par de nouvelles Expériences.

On a enfermé pendant quelque-temps dans le vuide, du vinaigre plein de ces petites Anguilles qu'on y apperçoit avec le Microscope, & on a gardé une autre

partie du même vinaigre dans l'air libre ; les Anguilles du vinaigre enfermé dans le vuide ſont mortes, tandis que celles qui étoient dans l'air libre, ont paru auſſi vives qu'auparavant.

ARTICLE VII.

Expériences ſur le Charbon ardent, dans l'air comprimé.

On a conclu de ces Expériences, que la quantité de matiere conſommée dans un temps donné, répondoit à peu près à la quantité d'air comprimé.

ARTICLE VIII.

Uſage du Feu pour produire de l'air.

On a brûlé dans le vuide du papier enduit de ſoufre, il a produit de l'air qui n'a point diminué pendant deux jours entiers, ce qu'on doit attribuer au papier, car on a trouvé que le ſoufre ſeul ne produit point d'air.

La corne de Cerf brûlée dans le vui-

de, a produit de l'air, mais une partie de cet air a été absorbée dans un petit espace de temps, & une autre partie a gardé son Elasticité pendant une bonne heure, après que le verre ardent a été ôté, & par la suite elle n'a pas diminué.

L'Ambre ne produit point d'air, même en brûlant.

On a placé du Camphre dans le vuide, sur un fourneau de digestion; & quoiqu'il se soit sublimé en fleurs, cependant il n'a pas produit d'air.

On a fondu du Soufre minéral dans le vuide par le moyen d'un verre ardent, mais la fumée n'a pas paru produire aucun air.

De la Pâte qui avoit été enfermée dans le vuide depuis neuf jours, & qui paroissoit avoir rendu tout son air, a été exposée au foyer du verre ardent, les fumées ont donné à la Pâte une belle couleur jaune fort vive, & on a conjecturé que dans cet embrasement il y avoit eu quelque petite quantité d'air de produite.

ARTICLE IX.

Production de l'Air dans le vuide.

On a enfermé dans le vuide des Raisins & des Figues séches, & on a trouvé que les fruits secs produisoient très-peu d'air dans le vuide.

Des Abricots ont paru produire de l'air presque aussi aisément dans le vuide, que dans l'air libre, en comparant le résultat des Cerises dans le vuide, quand elles étoient entieres, & quand elles étoient écrasées ; on a conclu que les Cerises écrasées produisent plutôt leur air, que quand elles sont entieres.

On a mis dans un Récipient vuide d'air, des Choux coupés par morceaux, & par la comparaison des circonstances de cette Expérience, on a conclu, que quand les Corps se pourrissent, ils ont déja produit presque tout leur air ; des Expériences faites sur des Pommes, ont confirmé la même chose.

On a mis égale quantité de Lait, dans

deux Récipients d'égale grandeur, on en a laiſſé un plein d'air commun, & l'autre a été vuidé ; on a obſervé 1°. que le Lait ſe caille un peu plus tard, quand il eſt dans le vuide. 2°. Que le Beurre, le petit Lait & la partie Caſeuſe, ſe mêlent confuſément dans l'air libre, mais que dans le vuide ils ſe ſéparent, & gardent l'ordre de leur peſanteur en nageant l'un ſur l'autre. 3°. Que le vuide empêche ou retarde beaucoup la putréfaction du Lait. Enfin, que le Lait par ſon ſéjour dans le vuide, devient incapable de produire des vers, de même que dans l'air commun.

On a fait la même Expérience avec de l'Urine, & en comparant la quantité d'air produite dans ces deux Expériences, il paroît que l'Urine qui eſt une humeur Excrementitielle, contient moins d'air que le Lait qui eſt une humeur Alimentaire ; on a remarqué de plus, que l'air avoit plus d'efficacité, pour corrompre l'Urine.

Ayant mis dans un vaiſſeau de verre de la Pâte, bien délayée, on l'a placé ſous

ſous un Récipient vuide d'air, quoique ce vaiſſeau ne fût pas à moitié plein, cependant la Pâte s'étoit ſi fort raréfiée dans le même jour, qu'elle avoit paſſé par-deſſus les bords du vaiſſeau : le jour ſuivant elle continuoit à s'enfler, & on y appercevoit quelques crevaſſes ; le troiſiéme jour elle étoit encore plus gonflée & avoit produit beaucoup d'air, le quatriéme jour au matin, le Récipient ne tenoit plus à la machine, par la grande quantité d'air qui avoit été produit, & un peu de la Pâte avoit été répanduë, cependant elle s'étoit un peu rabaiſſée, & dans l'après-midi le gonflement étoit beaucoup diminué ; elle occupoit encore néanmoins le double d'eſpace qu'auparavant, le goût n'en étoit pas acide, & le pain qu'on en fit, parut plus mollet.

On mit ſous un Récipient vuide d'air, une certaine quantité de Bœuf, & on conclut du réſultat, que quand la viande ſe pourrit, elle ne produit pas beaucoup plus d'air, que quand elle eſt

fraîche, quoiqu'on ait obſervé le contraire dans les fruits.

Par une Expérience faite ſur les Groſeilles, on s'eſt apperçû que ces fruits quand ils ont produit tout leur air, reçoivent très-peu d'altération, comme ſi cet air étoit la cauſe de leur corruption.

En traitant de la même maniere les Raiſins ſecs, on a trouvé que les fruits ſecs produiſent très-peu d'air.

Une Expérience faite ſur les Amandes, a démontré que les fruits, même d'une ſubſtance compacte, peuvent produire de l'air ſans corruption ſenſible.

ARTICLE X.

Sur la production de l'air dans un milieu plus comprimé, que ne l'eſt communément l'Atmoſphére.

Une Expérience faite avec des Groſeilles, a paru prouver que ces fruits contiennent beaucoup d'air, qui auſſi-tôt qu'il eſt débarraſſé de la preſſion de l'Atmoſphére, ſe dégage avec beaucoup

plus de liberté, que quand il eſt retenu par l'air environnant, & cela juſqu'à ce que les Groſeilles commencent à fermenter; car alors l'air eſt produit en bien plus grande quantité, même dans une grande compreſſion.

Une Expérience faite avec de la Pâte, a paru prouver, qu'elle peut auſſi-bien produire ſon air dans un milieu comprimé, que dans le vuide.

Les Féves * dont on nourrit les chevaux, produiſent beaucoup d'air, mais irréguliérement, tant dans le vuide, que dans un milieu moderément comprimé.

Les Groſeilles produiſent leur air aſſez réguliérement, à moins qu'on n'ouvre le Récipient, car alors elles produiſent de nouvel air beaucoup plus promptement.

Les grappes de Raiſin, ne produiſent leur air que dans un très-long eſpace de temps.

Les Poires le produiſent, comme par accès.

* *Faba minor ſive Equina.* C. B.

ARTICLE XI.

Diverſes Expériences.

Du Plomb & de l'Etaim fondu, ne produiſent pas d'air dans le vuide; on a obſervé à cette occaſion, que la ſurface de ces métaux qui étoient contenus dans un vaiſſeau de cuivre, reſtoit concave dans le vuide après la coagulation, quoiqu'elle fût convexe dans l'air libre.

On a mis dans le vuide de l'Eau ſaoulée de Sel, pour voir s'il ſe criſtalliſeroit comme dans l'air libre, mais on a trouvé qu'il ne ſe criſtalliſoit pas.

On a fait entrer de l'air produit des Groſeilles dans un Récipient vuide d'air commun, auquel étoit ajuſtée une Jauge mercurielle; on a trouvé que dans l'eſpace d'une demie année, il n'étoit point arrivé de changement dans la hauteur du mercure, d'où l'on voit que l'Elaſticité de l'air artificiel, s'eſt conſervée pendant un ſi long eſpace de temps.

On a pompé l'air, & on a peſé une

Bouteille de la capacité de 7 onces trois drachmes & trois grains d'eau ; on a enſuite percé avec une éguille, la veſſie qui bouchoit ſon orifice, moyennant quoi elle s'eſt remplie d'air ; on a trouvé qu'elle peſoit dans cet état $4\frac{1}{2}$ grains de plus qu'auparavant, d'où il s'enſuit que l'eau eſt environ 800 fois plus peſante qu'un pareil volume d'air.

Ayant enfermé de l'Eau-forte & du Nitre fixé dans un Récipient vuide d'air, on a verſé l'un ſur l'autre, il s'eſt produit beaucoup d'air.

On a trouvé que l'Eſprit de Vin ſe pouvoit condenſer aiſément, par un degré de froid moderé, & point du tout par la plus grande compreſſion.

On a purgé d'air de l'Eſprit de Vin & de l'huile de Terebenthine, enſuite ayant mis une certaine quantité d'Eſprit de Vin dans un verre, on a jetté deſſus quelques gouttes d'huile de Terebenthine qui a nagé ſur l'Eſprit de Vin ; on a un peu agité le verre, & on l'a mis ſous un Récipient dont on a pompé l'air,

quoiqu'il n'y ait point eu d'ébullition, cependant les gouttes ont conservé dans le vuide leur mouvement comme dans l'air libre, d'où il a paru suivre que la cause du mouvement des gouttes ne doit pas s'attribuer à leur dissolution, car toutes les dissolutions donnent des bulles dans le vuide.

On a placé dans le vuide un verre, qui contenoit de l'Esprit volatile de sel Ammoniac, & de la limaille de Cuivre; au bout d'un mois la couleur bleuë que le cuivre avoit donnée à l'Esprit volatile, a été entiérement dissipée; mais en laissant rentrer l'air, elle s'est bien-tôt rétablie. *

On a distribué également en trois verres, un mélange d'Eau-forte & d'Esprit de Vin, dans lequel on a mis égale quantité de petits morceaux de Fer: ayant mis un de ces verres dans le vuide, il s'est fait une grande ébullition; au bout d'un quart d'heure on a retiré le vaisseau, &

* On a fait récemment la même Expérience sur la liqueur des Thermomètres.

on a trouvé la liqueur noire & trouble, au lieu que dans les deux autres vaiſſeaux, la couleur n'a point été alterée ; mais on a ſeulement apperçû au fond, quelque poudre noire.

On a remis de l'Eſprit volatile de ſel Ammoniac avec de la limaille de Cuivre, dans le vuide, & quand l'Eſprit a été bien purgé d'air, on a projetté la limaille, ce qui a fait encore ſortir quelques bulles : mais au lieu de produire de l'air, il s'en eſt abſorbé.

ARTICLE XII.

Air artificiel abſorbé.

On a tranſporté dans un Récipient plein d'air commun, de l'air produit des Ceriſes, & on a conclu de l'Expérience, que l'air produit des fruits ſe détruit en partie au commencement ; mais que le reſte garde ſes propriétés pendant fort longtemps.

On a mis dans un Récipient du Sel Ammoniac, avec une ſuffiſante quantité

d'huile de Vitriol, d'où il eſt arrivé une grande ébullition ; il eſt d'abord ſorti une grande quantité d'air, mais on a vû par la jauge qu'il s'étoit abſorbé bien-tôt après : on a répeté cette Expérience, & on a trouvé que la production, & la deſtruction ont été plus lentes. On a mis enſuite de l'huile de Vitriol toute ſeule dans un Récipient, dans lequel on a réſervé la cinquiéme partie de ſon air, pour eſſayer ſi l'huile de Vitriol ſans ſel Ammoniac, altére l'Elaſticité de l'air, mais on a vû que cette force Elaſtique s'eſt augmentée. On a confirmé par quelques Expériences, que certains airs artificiels peuvent être abſorbés, mais on a penſé qu'il falloit rechercher pourquoi cette deſtruction arrive tantôt plutôt, & tantôt plus tard.

ARTICLE XIII.

Expériences ſur la viteſſe avec laquelle l'air ſe produit dans le vuide, & dans l'air commun.

Par les Expériences faites avec la pâte, les Noiſettes, les Raiſins ſecs, &

les Oignons, on a conclu que quelques Corps, peuvent plus aiſément produire leur air dans le vuide, que dans l'air commun.

ARTICLE XIV.

Différents effets des Fruits entiers, & des Fruits pilés.

Des Poires pilées n'ont pas produit leur air auſſi vîte que des Poires entieres, on a trouvé qu'il en arrivoit de même aux Pommes & au Verjus pilé; mais les Raiſins mûrs ont eu un effet contraire.

Par une autre Expérience ſur les Pommes, on a conclu que les fruits pilés produiſoient moins d'air dans le vuide, que les fruits entiers, au contraire de ce qui arrive dans l'air commun, on a crû que c'étoit, parce que les fruits écraſés ſe raréfient beaucoup plus dans le vuide que les fruits entiers, ce qui fait que leurs différents principes n'agiſſent pas tant les uns ſur les autres: au lieu que dans les fruits entiers, cette raréfaction

eſt bien moindre à cauſe de la peau qui les retient.

ARTICLE XV.

Diverſes Expériences.

On s'eſt aſſuré que l'air eſt différemment affecté en différents temps, de ſorte qu'il a quelquefois le pouvoir d'empêcher la corruption, & quelquefois celui de l'exciter : qu'il produit quelquefois fort promptement la moiſiſſure, & qu'il l'empêche quelquefois.

ARTICLE XVI.

Diverſes Expériences.

On a conclu que certains Corps, même dans des vaiſſeaux ſcellés Hermétiquement, perdent une partie de leur poids quand ils ſont expoſés au foyer d'un verre ardent.

ARTICLE XVII.

De la conſervation de certains Corps dans des liqueurs comprimées.

On a compris dans cet article quelques Expériences, dont voici les réſultats.

Le goût de quelques Fruits peut ſe conſerver dans une infuſion de Raiſins ſecs, au moins quand ils ſont dans des vaiſſeaux capables de ſouffrir une grande compreſſion.

Les Liqueurs peuvent s'aigrir, ſans que les eſprits s'en évaporent.

Les fruits ne ſçauroient longtemps ſe conſerver dans la pulpe des Pommes, à cauſe de la grande quantité d'air qu'ils produiſent.

Le Verjus n'eſt pas bon pour conſerver les fruits par la même raiſon.

Au contraire, les Liqueurs fermentées qui ne produiſent plus d'air, ſont très-propres à conſerver les fruits.

La Bierre peut conſerver la viande;

principalement, ſi on l'introduit à force dans un Récipient, mais cette compreſſion ceſſe bien-tôt, parce que l'air comprimé dans le Récipient, entre & pénétre les pores de la Bierre par degrés.

L'Eau peut conſerver la viande, auſſi-bien que la Bierre.

Les Poiſſons produiſent moins d'air, que la viande.

On peut conſerver longtemps le Beurre, pourvû qu'on l'empêche de communiquer avec l'air, il ſe corrompt quelquefois ſans qu'il ſe produiſe d'air.

On peut auſſi conſerver longtemps la chair tendre des Oiſeaux, par le moyen de la Bierre ou de l'Ale.

Le Sucre ne conſerve pas ſi bien les fruits, que les Liqueurs fermentées.

On peut ſe ſervir quelquefois du Lait avec beaucoup de ſuccès, pour conſerver la viande.

Le Beurre fondu ou chaud, ne conſerve pas la viande avec tant de ſuccès.

La Viande bouillie peut ſe garder

longtemps, ce qui eſt d'une grande commodité en Mer; car quand la viande cruë a été longtemps gardée dans des vaiſſeaux fermés avec une vis, comme l'Expérience fait voir qu'on le peut faire ſans craindre qu'elle ſe gâte, ſi on l'en retire & qu'on la faſſe bouillir, qu'on l'enferme enſuite dans le même Récipient, il n'y a point de doute qu'elle ne ſe garde longtemps ſans ſel : le myſtere de conſerver la viande ſans ſel, conſiſte à bien ôter tout l'air, & à faire qu'il y ait une grande compreſſion dans le Récipient. *

La raiſon pourquoi l'Eſprit de Vin conſerve la viande & les autres choſes qu'on y met, eſt que cet Eſprit s'imbibe de l'air qui eſt entre les pores de la viande; car on a trouvé, que l'Eſprit de Vin

* M. *de Reaumur* de l'Académie Royale des Sciences, a donné dans ſon Hiſtoire des Inſectes, la maniere de conſerver très-longtemps des œufs de toute ſorte, & particuliérement ceux de poule, de maniere qu'on peut les manger auſſi frais au bout de ſix mois, que le jour même qu'ils ont été pondus; pour cet effet, il faut les enduire d'un vernis de *Lacque* à l'Eſprit de Vin, ou bien de graiſſe de Mouton. *Mém. pour ſervir à l'Hiſtoire des Inſectes, Tom. 2. Mém. 1. pag. 37. & Mém. de l'Acad. des Sciences 1735. pag. 465.*

abſorboit une bulle d'air de la largeur d'un pouce en deux heures de temps, ce qui eſt beaucoup plus que ne ſçauroit faire l'eau, même purgée d'air, & qui a bouilli pendant longtemps.

ARTICLE XVIII.

Expériences ſur quelques Extractions, & diſtillations dans le vuide.

ARTICLE XIX.

Expériences ſur quelques Extractions faites dans une machine fermée, avec une vis.

Il réſulte de ces Expériences, que la Cornes de Cerf, les Arrêtes des Poiſſons, & les Os des Quadrupedes, peuvent être amollis, & devenir de bons Aliments. *

* On voit en général, par les Expériences qu'on vient de rapporter, qu'il y a des Corps qui produiſent, ou révivifient de l'air Elaſtique, lorſqu'ils viennent à s'altérer, tandis que d'autres en fixent ou en conſomment. J'ai crû qu'il ne ſeroit pas inutile de joindre ici un extrait des Expériences plus détaillées de M. *Hales*, qu'on peut voir tout au long dans ſon Livre de la *Statique des Vegetaux*, traduit par M. de *Buffon*.

Pour connoître la quantité d'air produite par la fermentation de certains Corps, comme des Pommes, des Poires, des Raisins &c. pilés, on a mis ces matieres dans le Matras *b* (Fig. 61.) On a couvert ce Matras d'un verre renversé *azy*, & on a plongé le bas du Matras dans une cuvette pleine d'eau *xx* : enfin par le moyen d'un Syphon, ou du Tubule inseré en *a*, on a fait élever l'eau en *z*, & après avoir retiré le Syphon, ou bouché le Tubule avec de la cire, on a marqué sur le verre l'endroit où se terminoit la surface de l'eau. L'air produit ou révivifié des matieres contenuës dans le Matras, faisoit baisser l'eau de *z* en *y*, & on a déterminé sa quantité, en mesurant l'espace *zy*.

Quelquefois l'air étoit si concentré dans les matieres, qu'il falloit employer le feu le plus violent pour l'en dégager : alors on les distilloit par la cornuë, comme la Figure 62 le représente : l'abaissement de l'eau de *z* en *y*, faisoit connoître comme auparavant, la quantité d'air produite ou révivifiée par ces distillations.

Mais quand il s'agissoit de mesurer la quantité d'air fixée ou consommée par les vapeurs sulphureuses du charbon, d'une chandelle, ou par la respiration des animaux, on mettoit ces matieres sur un petit guéridon (Figure 63) sous le verre renversé, dont l'orifice étoit plongé dans une Cuvette pleine d'eau ; l'élévation de l'eau de *aa* en *zz*, faisoit connoître la quantité d'air fixé, où dont le ressort avoit été détruit par les vapeurs sulphureuses.

Voici maintenant le résultat des principales Expériences.

Un pouce cubique de sang de Cochon distillé jusqu'à une entiere siccité, produisoit 33 pouces cubiques d'air.

Un peu moins d'un pouce cubique de Suif, en a produit 18.

Deux cent quarante & un grains, ou la moitié d'un pouce cubique de pointes de Cornes de *Daim* distillées au feu le plus violent, ont fourni 117 pouces cubiques d'air, c'est-à-dire 234 fois leur volume.

Deux cent soixante & six grains, ou $\frac{1}{2}$ pouce cubique d'Ecailles d'huitre en produisoient 162 pouces.

Un demi pouce cubique, ou 135 grains de cœur de Chêne, a produit 128 pouces cubiques d'air.

D'un pouce cubique, ou de 398 grains de Pois, il est sorti 396 pouces cubiques d'air.

Une once, ou 437 grains de semences de Moutarde, produisoit 270 pouces cubiques d'air.

Un demi pouce cubique, ou 135 grains d'Ambre, en a donné 135 pouces cubiques.

Cent quarante-deux grains de Tabac sec, en ont donné 153 pouces.

D'un pouce cubique d'huile d'Anis, il est sorti 22 pouces cubiques d'air, & 88 d'une égale quantité d'huile d'Olive.

Un pouce cubique de Miel, donnoit 144 pouces cubiques d'air.

Deux cent quarante-trois grains de Cire jaune, c'est-à-dire un pouce cubique, ont produit 54 pouces cubiques d'air, ou 15 grains.

Un demi pouce, ou 158 grains de Charbon minéral d'Angleterre, a rendu 180 pouces cubiques d'air, qui pesent 51 grains, c'est-à-dire environ le tiers du poids Total.

Un pouce cubique de Terre vierge ou franche, en donnoit 43 pouces.

Un quart de pouce d'Antimoine, fourniſſoit 7 pouces, c'est-à-dire 28 fois son volume.

Un demi pouce de Sel marin, mêlé avec autant de Chaux d'os calcinés, a fourni 64 pouces d'air.

D'un demi pouce cubique, ou de 211 grains de Nitre mêlé avec de la Chaux d'os calcinés, il est sorti 90 pouces cubiques, c'est-à-dire 180 fois le volume. Ainsi le poids de l'air dans une quantité quelconque de Nitre, est la $\frac{1}{8}$ partie.

Un pouce cubique, ou 443 grains de Tartre du vin du Rhin, a produit rapidement & avec impetuosité 504 pouces cubiques d'air, c'est-à-dire le $\frac{1}{3}$ du poids Total,

encore

encore étoit-on assuré que tout n'étoit pas sorti.

Une pierre de la Vessie qui pesoit 230 grains, & d'environ $\frac{3}{4}$ de pouce cubique, a rendu avec vivacité par une forte distillation 516 pouces cubiques d'air, c'est-à-dire 645 fois son volume : d'où l'on voit qu'il y a eu plus de la moitié de cette pierre qui s'est convertie en air Elastique. On a trouvé à peu près la même chose dans les calculs de la vesicule du Fiel.

Un demi pouce cubique de sel Ammoniac, avec un pouce cubique d'huile de Vitriol, ont produit le premier jour 5 ou 6 pouces cubiques d'air ; mais ils en ont absorbé 15 les jours suivants.

Ayant versé sur six pouces cubiques de poudre d'Ecailles d'huitres, autant de Vinaigre distillé, il est sorti en 5 ou 6 minutes 17 pouces cubiques d'air, & quelques heures après 12 autres ; mais en 9 jours il s'en est détruit 21, & enfin les 8 autres s'évanoüirent quand on eut jetté de l'eau tiéde sur le mélange.

Quarante-deux pouces cubiques d'Ale ou de petite Biere, ont produit en 7 jours 639 pouces cubiques d'air.

Vingt-six pouces cubiques de Pommes écrasées, produisirent en 13 jours 968 pouces cubiques.

Deux pouces cubiques d'Eau Regale versée sur un Anneau d'or rendu fort mince à coups de marteau, ont donné 4 pouces d'air.

La même quantité d'Eau Regale versée sur $\frac{1}{4}$ de pouce d'Antimoine, en a fait sortir 38 pouces cubiques d'air en 3 ou 4 heures, ensuite en une heure ou deux il s'en consomma 14.

Un pouce cubique d'Eau-forte versée sur un $\frac{1}{4}$ de pouce d'Antimoine, a produit en plusieurs fois 130 pouces d'air.

Un pouce cubique d'Eau-forte versée sur $\frac{1}{4}$ de pouce de limaille de Fer, produisit 43 pouces d'air, dont il y en eut trois d'absorbés, mais qui se reproduisirent par la suite.

Un quart de pouce de limaille de Fer, & un pouce cubique de Soufre en poudre, réduits en Pâte avec un peu d'eau, absorberent 19 pouces cubiques d'air

Un pouce cubique d'Eau-forte verſée ſur autant de Marcaſſite en poudre, fermenta violemment, & abſorba à la fin 85 pouces cubiques d'air.

Un pouce cubique d'Eau-forte verſée ſur autant de Charbon de Terre, abſorba 18 pouces cubiques d'air, dont il s'en reproduiſit 12 les jours ſuivants.

Deux pouces cubiques de Chaux vive, & 4 pouces cubiques de Vinaigre, abſorberent 22 pouces d'air, & avec de l'eau pure, la même quantité de Chaux n'abſorba que 10 pouces.

Deux pouces cubiques de Chaux & autant de ſel Ammoniac, abſorberent 115 pouces cubiques d'air; par conſéquent les fumées en devoient être bien ſuffocantes.

Un morceau de Papier brun trempé dans une forte ſolution de Nitre, & enſuite enflammé ſur le Guéridon, (Fig. 63) par le moyen d'un verre ardent, produiſit 80 pouces d'air, mais dont l'Elaſticité diminua de jour en jour.

De la Charpie trempée dans du Souffre fondu, & enflammée ſur le même pié-d'Eſtal, abſorba 198 pouces d'air dans un grand vaiſſeau, & 150 dans un plus petit.

Une Chandelle allumée d'environ $\frac{3}{5}$ de pouce de diamétre, en abſorba 78 pouces cubiques.

Un Rat abſorba 73 pouces cubiques d'air en 14 heures, dans un Récipient capable de 2024 pouces cubiques.

De 73 pouces d'air reſpiré continuellement, juſqu'à ſuffocation preſſante, un Homme en conſomma 20.

☞ Il eſt aiſé d'appercevoir par ces dernieres Expériences, que l'Elaſticité de l'air eſt quelquefois détruite, fixée, ou du moins ſuſpenduë par les vapeurs ſulphureuſes: mais on ne voit pas ſi évidemment que l'air nouvellement revivifié, ait acquis une vertu Elaſtique qu'il n'avoit pas auparavant l'altération du Corps ſolide: cependant ſi on fait attention à la force prodigieuſe qui ſeroit néceſſaire pour retenir l'air condenſé dans les pores des Corps ſolides, on verra qu'il eſt bien difficile que cet air conſerve de l'Elaſticité dans ces po-

res ; c'eſt ce qui paroîtra encore mieux par le calcul ſuivant.

D'un pouce cubique de Tartre, il eſt ſorti par la diſtillation 504 pouces cubiques d'air ; cet air occupoit donc dans le Tartre un volume 504 fois moindre, que celui qu'il occupe, quand il eſt tel que nous le reſpirons : il eſt donc 504 fois plus denſe.

Or parce qu'on a prouvé dans la 9e Leçon, ſçavoir que la force qui comprime l'air eſt proportionnelle à ſa denſité, celle qui comprime l'air dans le Tartre doit être 504 fois plus grande, que celle qui comprime l'air que nous reſpirons, c'eſt-à-dire, que la peſanteur d'une colomne de l'Atmoſphére de même baſe. La ſurface d'un pouce cubique, eſt de 6 pouces quarrés : la peſanteur de l'Atmoſphére ſur une baſe d'un pouce quarré, eſt égale au poids de 30 pouces Cubiques de mercure = 107400 grains, en mettant 3580 grains pour la peſanteur d'un pouce cubique de mercure. Multipliant donc ce premier nombre par 6, on aura 644400 grains pour la preſſion de l'Atmoſphére ſur 6 pouces quarrés ; & multipliant encore ce dernier nombre par 504, on aura 324777600 grains = 46396 liv. + 5600 grains, pour la force néceſſaire pour condenſer l'air dans le Tartre. Mais comme l'Elaſticité de l'air, fait qu'il réſiſte autant qu'on le comprime, la force avec laquelle il tend à ſe dilater, ſera auſſi égale à 46396 livres + 5600 grains, force plus que ſuffiſante pour briſer le Tartre, & le réduire en poudre même avec exploſion.

J'ai ſuppoſé dans ce calcul, que l'air n'eſt condenſé dans le Tartre, que 504 fois plus que celui que nous reſpirons : cette ſuppoſition ſeroit vraie, ſi toute la ſubſtance du Tartre ſe convertiſſoit en air, & s'il ne reſtoit après la diſtillation aucune partie ſolide ; mais comme ces parties ſolides occupent néceſſairement de l'eſpace, il s'enſuit que l'air n'occupe pas dans le Tartre toute l'étenduë d'un pouce Cubique, d'où l'on voit qu'il y eſt encore plus condenſé, que je ne l'ai ſuppoſé.

Quand on conſidere avec attention l'effort prodigieux, que fait cet air enfermé dans les pores des Corps ſolides, lorſque par le moyen du Feu ou autrement, il

vient à recouvrer sa vertu Elastique, n'apperçoit-on pas une cause naturelle de l'impétuosité de ces effrayants Météores, des funestes éruptions des Volcans, aussi-bien que des foudroyants effets de la poudre à Canon?

Cette même considération, n'explique-t'elle pas quantité de Phœnomenes surprenants qu'on observe à tout moment dans la Chymie? *La poudre à Canon liquide* du Docteur *Slare*, ces violentes Fermentations des Esprits acides mêlés avec des Huiles essentielles, ces Effervescences si animées des Acides minéraux, quand ils rentrent dans leurs bases; enfin le tumulte & l'impétuosité des dissolutions Métalliques?

Ne fournit-elle pas encore aux Chymistes des instructions pour la conduite de leurs opérations, pour la conservation de leurs vaisseaux? en même-temps qu'elle les avertit de se précautionner contre les accidents, dont ce Fluide fougueux les menace à chaque instant?

APPENDIX.

§. I.

Explication des variations du Baromètre, dans les changements de temps, par M. Halleï. (*a*)

AVANT que d'expliquer les variations de la hauteur du Mercure dans les changements de temps, il eſt à propos de rapporter les Obſervations qu'on a faites ſur le Baromètre.

La premiere eſt, que dans un temps calme, le Mercure baiſſe ordinairement quand il va pleuvoir.

II. Quand le Temps eſt beau, ſerein, & fixe, le Mercure eſt communément élevé.

III. Dans les grands vents, même ſans qu'il y ait de pluie, le Mercure deſcend tout au plus bas, eu égard cependant au point de la Bouſſole d'où le vent ſouffle.

(*a*) Extrait de l'Abregé des Tranſactions Philoſophiques par *Lewthop*, Vol. II. pag. 20.

IV. Que toutes choſes d'ailleurs égales, les plus grandes élévations du Mercure ſont quand le vent ſouffle d'*Eſt* ou *Nord-Eſt*.

V. Que dans le temps calme, & par une forte gelée, le Mercure eſt conſtamment élevé.

VI. Qu'après de grands coups de vent, quand le Mercure a baiſſé, il remonte fort vîte.

VII. Les Barométres ont des variations bien plus étenduës dans les païs Septentrionaux, que dans les Méridionaux.

VIII. Nous ſçavons par les Relations des voyageurs, & par mes propres Obſervations à l'Iſle *ſainte Helene*, qu'entre les Tropiques & aux environs, les Barométres n'ont aucune, ou preſque point de variation dans tous les temps de l'année.

De ces Obſervations, j'infére que la principale cauſe des variations du Barométre, vient des Vents qui ſoufflent dans les Zônes temperées, & qu'on ſçait être fort inconſtants ici en Angleterre.

On doit ajoûter à cette cauſe les différentes exhalaiſons, & précipitations des vapeurs renfermées dans l'air, qui font qu'il eſt plus preſſé dans un temps que dans un autre, & par conſéquent, qu'il eſt quelquefois plus peſant : cette derniere cauſe dépend beaucoup de la premiere. C'eſt ſur ces deux principes que je vais tâcher d'expliquer les différents Phœnomenes du Barométre, dans le même ordre que je les viens de rapporter.

1°. Quand le Mercure baiſſe, il va pleuvoir, parce qu'alors l'air devient plus leger & que les vapeurs ne pouvant plus ſe ſoutenir, ou devenant ſpécifiquement plus peſantes que le Fluide dans lequel elles nagent, elles deſcendent à la ſurface de la Terre, & comme elles rencontrent en chemin d'autres particules aqueuſes, elles s'y uniſſent, & forment enſemble des petites gouttes de pluie; mais le Mercure eſt plus bas dans un temps que dans un autre, par l'effet de deux vents contraires, qui ſoufflant de l'endroit où eſt le Barométre, chaſſent &

écartent des deux côtés l'air qui eſt en cet endroit ; de-là il réſulte que le Cylindre d'air qui peſe ſur le Barométre, eſt d'une moindre hauteur, ce qui fait deſcendre le Mercure ; par exemple, s'il ſouffloit un vent d'*Oüeſt* dans la Mer d'Allemagne, & un vent d'*Eſt* dans la Mer d'Irlande : ou s'il ſouffloit en France un vent de *Nord*, & un vent de *Sud* dans la Mer d'Ecoſſe, il eſt évident que la partie de l'Atmoſphére, qui eſt au-deſſus de l'Angleterre, ſeroit en quelque façon épuiſée, ainſi le Mercure devroit deſcendre dans le Barométre, & les vapeurs qui flottoient auparavant dans l'air, comme étant d'égale peſanteur que ce Fluide, devroient tomber ſur la Terre.

2°. Le Mercure du Barométre eſt dans ſa plus grande hauteur, quand deux vents contraires ſoufflent vers le lieu de l'Obſervation : car l'air des environs, que ces vents y pouſſent, s'accumule de façon, que le Cylindre d'air qui peſe ſur le lieu de l'Obſervation, devenant plus haut, augmente auſſi en peſanteur, d'où le Mer-

cure doit monter & se tenir élevé, tant que ces vents continuent de souffler: mais l'air devenant ainsi spécifiquement plus pesant, les vapeurs se soutiennent mieux, nagent plus facilement, & n'ont aucune disposition à tomber ni à s'unir en gouttes, c'est ainsi que dans les temps sereins les hauteurs du Barométre sont plus grandes.

3°. Le Mercure descend tout au plus bas, par le mouvement de l'air dans les Ouragans, parce que la partie de l'Atmosphére dans laquelle ces vents soufflent avec tant de furie, ne s'étend pas autour du Globe, & l'air qui est derriere celui qui est chassé si vîte, comme aussi celui qui est sur les côtés, ne peut arriver assez promptement pour remplir l'espace qui a été abandonné par celui qui est emporté si rapidement, de sorte que l'air doit être bien plus épuisé dans l'endroit où souffle le vent, & tant qu'il continuë à souffler, & cela plus ou moins suivant sa violence.

Il faut encore ajoûter, que le mouve-

ment horiſontal de l'air, étant auſſi rapide qu'il l'eſt, doit empêcher un peu la preſſion perpendiculaire de la colomne qui eſt au-deſſus. La grande agitation de toutes les parties d'air, eſt probablement ce qui fait diſſiper les vapeurs, & les empêche de ſe condenſer en gouttes capables de former de la pluie, au contraire de ce qui arrive naturellement par la ſimple raréfaction de l'air.

4°. Le Mercure eſt dans ſa plus grande élévation par les vents d'*Eſt* & *Nord-Eſt*, parce que dans le grand Océan *Atlantique* depuis le 35° de latitude Nord, les vents d'*Oüeſt* & de *Sud-Oüeſt* ſouffient preſque continuellement, de façon que quand le vent s'éleve de l'*Eſt* ou du *Nord-Eſt*, il eſt preſque toujours arrêté par un vent contraire auſſi-tôt qu'il arrive à l'Océan: donc ſuivant ce qui a été prouvé dans notre ſeconde remarque, l'air doit s'amaſſer ſur nos Iſles, & par conſéquent le Mercure doit s'élever plus haut qu'à l'ordinaire, & ſe tenir ſuſpendu tant que ces vents continuent à ſouf-

ſler. Ce qui eſt toujours vrai pour ce païs-ci, mais ce qui n'eſt pas une regle générale pour tous les autres païs, dont les vents ſont différents par d'autres circonſtances : j'ai vû cependant quelquefois le Mercure ſeulement à 29 pouces, par un vent d'*Eſt*, mais il faut dire qu'il étoit très-violent, ce qui s'accorde avec ce que nous avons dit dans la troiſiéme remarque.

5°. Dans les Temps calmes, & quand il gêle, le Mercure eſt ordinairement plus élevé, je crois que c'eſt parce que quand il gêle, le vent eſt ordinairement *Nord* ou *Nord-Eſt* q. à l'*Eſt*, ou au moins parce que ces vents ne viennent pas d'une grande diſtance, car les parties Septentrionales de l'Allemagne, du Dannemarc, de la Suéde & de la Norwege, & tous les païs qui ſe rencontrent du *Nord* au *Nord-Eſt*, ſont expoſées à la gelée pendant tout l'hyver ; l'air qui y eſt très-condenſé, nous eſt apporté dans cet état par les vents qui ſoufflent de ce côté-là, & cet air s'amaſſant par la ren-

contre des vents d'*Oüeſt* qui ſoufflent dans l'Océan, le Mercure doit néceſſairement monter ; joint à ce que la condenſation des parties inférieures de l'Atmoſphére cauſée par le froid, doit faire deſcendre les parties ſupérieures pour remplir l'eſpace que laiſſe cette condenſation, & conſerver l'équilibre.

6°. Après les grands coups de vent ; quand le Mercure a deſcendu, il remonte ordinairement fort vîte ; j'ai une fois obſervé qu'il étoit remonté d'un pouce $\frac{1}{2}$ en moins de 6 heures, après un grand Ouragan *Sud-Oüeſt* : l'air ayant été extrêmement raréfié par les évacuations qu'ont faites ces coups de vent redoublés, celui qui eſt dans le voiſinage ſe précipite fort vîte pour rétablir l'équilibre : c'eſt ainſi que nous voyons l'eau tomber d'autant plus rapidement, qu'elle a plus de pente.

7°. Les variations ſont plus grandes dans les païs Septentrionaux, comme par exemple, à *Stockolm*, qu'à *Paris*, comme l'a obſervé M. *Paſcal*, parce

que les païs Septentrionaux ayant de plus grands vents que les Méridionaux, le Mercure doit y descendre plus bas : & comme le vent du *Nord* amene de l'air condensé des environs du Pôle, quand le vent de *Sud* le rencontre & qu'il s'en fait un amas, il faut bien que le Mercure monte, ce qui ne sçauroit arriver dans les païs Méridionaux.

8°. Enfin cette Observation, que le Barométre n'a presque point de variations entre les Tropiques, comme aux *Barbades*, à *sainte Helene*, doit sur-tout confirmer notre hypothese : car dans les lieux que je viens de nommer, il y a toujours un vent modéré qui souffle à peu près du même point, sçavoir de l'*Est Nord-Est* aux *Barbades*, & *E. S. E.* à *sainte Helene* ; de sorte, qu'aucun courant d'air n'épuisant l'Atmosphére, le Barométre doit rester à peu près dans le même état.

Cependant par un grand Ouragan, on a observé que le Mercure descendoit considérablement : mais ce n'a été qu'une

fois en 2 ou 3 ans, encore remonta-t'il bien-tôt à sa hauteur ordinaire de 29½ pouces.

La principale Objection qu'on peut faire contre notre hypothese, est que je suppose que l'air va quelquefois d'où il a déja été évacué au-delà de l'équilibre, & que quelquefois il retourne du côté où il est plus condensé que dans son état ordinaire contre les loix de la Statique & de l'équilibre des Liqueurs; mais ceux qui considereront comment quand on a mis une fois un Corps liquide en mouvement, il peut monter au-dessus de son niveau, & retenir d'autres parties qui tendent à descendre par la force de leur gravité, cette Objection sera bien-tôt évanoüie.

On concluera plutôt, que la grande analogie qui se trouve entre l'élévation & l'abaissement des eaux de la Mer dans le flux & reflux, & cette évacuation & amas de l'air, est un grand argument pour confirmer notre hypothese: car comme la Mer dans les Côtes de la Province

d'*Essex* s'éleve & s'enfle par la rencontre de deux flux, dont l'un vient du *S. O.* le long de la Manche, & l'autre vient du *Nord*, & au contraire, comme elle s'abaisse au-dessous de son niveau par l'écoulement des eaux qui se fait des deux côtés dans le reflux, de même il peut arriver que l'air monte & descende au-dessus de son niveau par différentes causes qui le mettront en mouvement; au reste, les temps de ce flux & reflux de l'air sont purement accidentels, & ne peuvent être réduits à aucune regle certaine, comme les mouvements de la Mer qui suivent entiérement le cours de la Lune.

§. II.

Conſtruction d'une Echelle qui exprime les différents degrés de chaleur, par M. Newton. (*a*)

Degrés de chaleur conſtants.

Degrés de chaleur égaux.		
0.	0	DEGRE' de froid de l'Eau commune en Hyver, quand elle commence à geler. On détermine exactement ce degré, en mettant un Thermométre dans de la neige bien preſſée, & qui commence à ſe fondre.
0, 1, 2		Degrés de froid ordinaires en Hyver.
2, 3, 4		Chaleurs ordinaires de l'air dans le Printemps & dans l'Automne.
4, 5, 6		Chaleurs ordinaires de l'Eté.
6		Chaleur de l'air à midi, au mois de Juillet.

(*a*) Extrait des Tranſactions Philoſophiques, n°. 270.

La

Degrés de chaleur égaux.	*Degrés de chaleur constants.*	
12	1	La plus grande chaleur que puisse acquérir un Thermométre en touchant le Corps humain. Le degré de chaleur d'un Oiseau qui couve, est le même. *
14 $\frac{3}{11}$	1 $\frac{1}{4}$	La plus grande chaleur de l'Eau chaude, dans laquelle on peut promener la main pendant quelque temps. La chaleur du Sang récemment tiré des veines, est à peu près la même.
17	1 $\frac{1}{2}$	La plus grande chaleur de l'Eau chaude, dans laquelle on peut conserver la main en repos pendant quelque temps.
20 $\frac{2}{11}$	1 $\frac{3}{4}$	Chaleur de l'Eau chaude, à l'instant que de la Cire fonduë commence à perdre sa fluidité & sa transparence.

* Celui des Eaux de *Balaruc*, est aussi le même.

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur conſtants.*
24	2	Chaleur de l'Eau chaude capable de tenir la Cire en fuſion, ſans la faire bouillir.
$28\frac{6}{11}$	$2\frac{1}{4}$	Degré de chaleur moyen entre celui de la Cire fonduë, & celui de l'Eau bouillante.
34	$2\frac{1}{2}$	Chaleur de l'Eau bouillante à gros bouillons. A ce degré un mélange fondu de 2 parties de Plomb, 3 d'Etaim & 5 de Biſmuth, perd ſa fluidité, & ſe durcit. L'Eau commence à bouillir à 33 degrés, & quand elle bout bien fort, elle en a rarement $34\frac{1}{2}$. Quelques gouttes d'Eau chaude venant à tomber ſur un Fer chaud, ceſſent de bouillonner quand le Fer a 35 ou 36 degrés, & l'Eau froide, quand le Fer en a 37.

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur conſtants.*
$40\frac{4}{11}$	$2\frac{3}{4}$	La moindre chaleur capable d'entretenir en fuſion un Alliage d'une partie de Plomb, 4 d'Etaim & 5 de Biſmuth.
48	3	Chaleur capable de faire fondre un Alliage fait d'égales parties de Biſmuth & d'Etaim ; cet Alliage ſe durcit à 47 degrés.
57	$3\frac{1}{4}$	Chaleur capable de faire fondre un Alliage de 2 parties d'Etaim & une de Biſmuth ; un autre Alliage de 3 parties d'Etaim & 2 de Plomb, fond auſſi à ce degré de chaleur, mais 5 parties d'Etaim & 2 de Biſmuth en fuſion s'y durciſſent, auſſi-bien qu'un autre Alliage d'égales parties d'Etaim & de Biſmuth.
68	$3\frac{1}{2}$	La moindre chaleur ca-

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur constants.*
		pable de faire fondre un Alliage d'une partie de Bismuth & de 8 d'Etaim. L'Etaim seul fond à 72 degrés, & se fige à 70.
81	$3\frac{4}{5}$	Chaleur capable de fondre le Bismuth seul, ou bien un Alliage de 4 parties de Plomb & une d'Etaim, mais 5 parties de Plomb & une d'Etaim fondues ensemble, s'y durcissent.
96	4	La moindre chaleur du Plomb fondu; il est bien liquide à 97, & se fige à 95.
114	$4\frac{1}{4}$	Chaleur d'un Corps embrasé dès qu'il cesse d'être visible dans un lieu obscur, ou quand il recommence à paroître, & à rendre une lumiere presque insensible. A pareil degré un Alliage fondu d'égales parties d'Etaim, &

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur constants.*
		de Régule de Mars, aussi-bien qu'un autre Alliage de 7 parties de Bismuth, & 4 du même Régule se figent & se durcissent.
136	$4\frac{1}{2}$	Degré auquel les Corps embrasés paroissent dans l'obscurité, mais non pas au moindre petit jour. A cette chaleur un Alliage fondu de deux parties de Régule de Mars, & une de Bismuth, comme aussi celui de 5 parties du même Régule, & une d'Etaim se durcissent. Le Régule fondu se fige à 146.
161	$4\frac{3}{4}$	Chaleur des Corps embrasés qui paroissent au Crépuscule immédiatement avant le lever, ou après le coucher du Soleil, & qui ne paroissent point, ou du moins très-confusément au grand jour.

Degrés de chaleur égaux.		*Degrés de chaleur conſtants.*
195	5	Chaleur d'un Charbon ardent dans un petit feu fait avec du Charbon de Terre, & qui n'a pas été ſoufflé. Un fer échauffé dans ce braſier, acquiere la même chaleur que le Charbon ; mais la chaleur d'un ſemblable petit feu fait avec du Bois, eſt un peu plus grande, car elle a 200 ou 210 degrés. Enfin la chaleur d'un grand feu eſt encore plus grande, particulierement s'il eſt excité par un ſoufflet.

Dans la premiere Colomne, nous avons les degrés de chaleur dans une progreſſion Arithmétique, en commençant par celui de l'Eau prête à ſe géler en Hyver ; nous conſidérons ce point comme le moindre degré de chaleur, ou plutôt comme les limites communes du chaud & du froid ; & nous ſup-

poſons la chaleur extérieure du Corps humain, diviſée en douze parties égales.

Dans la ſeconde Colomne, nous avons les degrés de chaleur en progreſſion Geométrique : le premier degré (12) en la chaleur extérieure du Corps humain, autant que nous l'avons pû déterminer : le ſecond degré (24) eſt double du premier : le troiſiéme (48) eſt double du ſecond, & ainſi de ſuite (*a*).

Il paroît par cette Table, que la chaleur de l'Eau bouillante (34) eſt preſque 3 fois auſſi grande que celle du Corps humain ; celle de l'Etaim fondu (72) ſix

(*a*) Voici comme j'entens le ſens de l'Auteur. Nous avons dans la ſeconde Colomne (une Echelle d'indices ou d'expoſants) des degrés de chaleur en progreſſion Geométrique : les nombres de la ſeconde Colomne 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$, 2, &c. étant en progreſſion Arithmetique, ſont une Echelle de Logarithmes, ou meſures des rapports des chaleurs indiquées par les nombres correſpondants 12, $14\frac{3}{11}$, 17, $20\frac{2}{11}$, 24, comme ils ſont en progreſſion Geométrique, on les aura bientôt trouvés en prenant le $\frac{1}{4}$, le $\frac{1}{2}$, les $\frac{3}{4}$, du Logarithme de 2, ou de la raiſon de 1 à 2, & multipliant les nombres correſpondants dans la Table par 12 : & en doublant les 4 derniers termes de la progreſſion Geométrique, vous aurez les 4 ſuivants, & en doublant ceux-ci vous aurez les 4 ſuivants, & ainſi de ſuite.

fois auſſi grande, celle du Plomb fondu (96) 8 fois auſſi grande, celle du Régule de Mars en fuſion (146) environ 12 fois auſſi grande; enfin la chaleur d'un feu ordinaire 200, ou 210, 16 ou 17 fois auſſi grande.

On a conſtruit la Table par le moyen d'un Thermométre & d'un fer chaud; j'ai trouvé par le moyen du Thermométre tous les degrés de chaleur juſqu'à celui de l'Etaim fondu, & j'ai déterminé les autres par le moyen d'un fer chaud. Car la chaleur que le fer communique dans un temps donné, aux Corps froids qui le touchent (laquelle eſt la même que celle qu'il perd dans le même temps) eſt proportionnelle à toute la chaleur du fer; par conſéquent, ſi les temps de ſon refroidiſſement ſont diviſés en parties égales, les degrés de chaleur, tant ceux qu'il perdra, que ceux qu'il conſervera décroîtront en progreſſion Geométrique, & par conſéquent ſe peuvent aiſément déterminer par la Table des Logarithmes.

Premierement donc, j'ai trouvé qu'un Thermométre fait avec de l'Huile de lin, étant placé dans la neige fondante, ſi l'Huile occupe alors 10000 parties d'eſpace, quand elle aura acquiſe un degré de chaleur pareil à celui du Corps humain, elle en occupera 10256, & la chaleur de l'Eau qui commence à bouillir, l'étendra dans un eſpace de 10705 de ſemblables parties, & 10726 dans l'Eau bouillante à gros bouillons.

Enfin par la chaleur de l'Etaim fondu, lorſqu'en refroidiſſant il prend la conſiſtence d'Amalgamme, l'Huile occupera 11516, & quand l'Etaim ſera devenu tout-à-fait ſolide, l'Huile n'occupera plus que 11496 parties.

L'Huile a donc été raréfiée dans la raiſon de 40 à 39 par la chaleur du Corps humain; de 15 à 14 par la chaleur de l'Eau bouillante, de 15 à 13 par la chaleur de l'Etaim fondu qui commence à ſe figer & à ſe durcir, & enfin dans la raiſon de 23 à 20 par la chaleur de l'Etaim devenu tout-à-fait ſolide.

La raréfaction de l'Air par une égale chaleur, eſt dix fois plus grande que celle de l'Huile, & la raréfaction de l'Huile environ 15 fois plus grande, que celle de l'Eſprit de Vin (*a*).

Par ces Expériences, en prenant les chaleurs de l'Huile proportionnelles à leurs dilatations, & écrivant 12 parties pour la chaleur extérieure du Corps humain, la chaleur de l'Eau qui commencera à bouillir, ſera de 33 des mêmes parties, & celle de l'Eau bouillante à gros

(*a*) Il y a dans l'Original : *La raréfaction de l'Air à égale chaleur, s'eſt trouvée* 10 *fois plus grande que celle de l'Huile, & celle de l'Huile preſque* 15 *fois plus grande que celle de l'Eſprit de Vin.* Je crois qu'il y a ici une faute, car Monſieur *Halleï* a trouvé par une Expérience rapportée dans les Tranſactions Philoſop. n°. 197. que quand l'Eſprit de Vin commence à bouillir (après quoi il n'a plus d'expanſion réguliére) il eſt dilaté de la douziéme partie de la maſſe, c'eſt-à-dire du volume qu'il occupe ordinairement en hyver ; & j'ai trouvé par ma propre Expérience, que par la chaleur de l'Eſprit de Vin qui commence à bouillir, l'Huile de lin a augmentée dans mon Thermométre de $\frac{53}{1000}$ du volume qu'elle occupe, quand le Thermométre eſt dans la neige fondante, ou pour faire une comparaiſon plus juſte de $\frac{51}{1000}$ du volume qu'elle occupe communément en hyver, donc les dilatations de l'Eſprit de Vin & de l'Huile par des chaleurs égales, ſont comme $\frac{1}{12}$ à $\frac{51}{1002}$ :: 5 à 3, à peu près.

bouillons de 34, celle de l'Etaim qui commence à fondre, ou qui commence à se raréfier en consistence d'Amalgamme de 72, & de 70 quand il est tout-à-fait durci.

Ayant ainsi trouvé ces degrés de chaleur pour déterminer les autres, j'ai fait chauffer un morceau de fer d'une épaisseur raisonnable, jusqu'à le faire rougir, & l'ôtant du feu avec des pinces aussi rougies, je l'ai mis dans un endroit frais où le vent souffloit constamment, & jettant dessus des petits morceaux de métal, & autres Corps fusibles, j'observois l'instant où ils commençoient en se refroidissant à perdre leur fluidité & à se durcir, & enfin quand la chaleur du fer devenoit égale à celle du Corps humain.

Ensuite j'ai déterminé ces chaleurs sur ce principe, que les excès des chaleurs du fer chaud & des Corps figés, au-dessus de celle de l'Atmosphére trouvée par mon Thermométre, sont en progression Geométrique, quand les temps sont pris en progression Arithmétique.

Je n'ai pas placé mon Fer rouge dans un air tranquile, mais je l'ai exposé à un air continuellement agité, afin que l'air échauffé par le Fer fut emporté par le vent, & qu'il en succedât toujours d'autre d'une même temperature. Par ce moyen d'égales parties de l'Atmosphére, étoient échauffées en temps égaux, dans des degrés proportionnels à ceux du Fer.

Maintenant les degrés de chaleur que j'ai ainsi déterminés, ont été parfaitement proportionnels à ceux que j'ai observés sur mon Thermométre, ce qui démontre la vérité de ce principe que j'ai posé, que les degrés de chaleur de l'Huile sont proportionnels à leur raréfaction : *ainsi s'explique M.* Newton.

De-là nous pouvons tirer la maniere de construire un Thermométre, qui ayant été une fois reglé sur quelques-uns des degrés de l'Echelle de M. *Newton*, marquera aussi tous les autres dans la même proportion.

Pour y réussir, comme il arrive rarement que les Tubes dont on se sert,

ſoient parfaitement Cylindriques. On le diviſera en parties d'égales capacité, & non d'égales longueur par la méthode ſuivante.

Premierement, peſez le Tuyau vuide, & ayant empli de vif-argent la boule, & environ la 9 ou 10e partie du Tuyau, repeſez le tout, & déduiſez de la ſomme, le poids du Tuyau vuide, pour avoir le poids du Mercure dont vous déterminerez la $\frac{1}{100}$ partie; marquez avec un fil la ſurface du vif-argent dans le Tube, & verſez l'une après l'autre, pluſieurs centiémes parties, en marquant à chaque fois ſur le Tuyau l'endroit où ſe termine leur ſurface, comparez enſuite les intervalles avec un compas, s'ils ſont égaux ſubdiviſez-les chacun en dix parties, s'ils ſont inégaux diviſez-les en dix parties inégales à proportion. Ainſi la capacité du Tuyau ſe trouvera aſſez bien diviſée en milliémes parties de la capacité de la Boule & du Tuyau, juſqu'à la premiere marque.

Attachez enſuite le Thermométre ſur

une planche, sur laquelle on fera une graduation correspondante à celle qu'on aura marquée sur le Tuyau : on écrira mille vis-à-vis la premiere marque, & on placera les autres divisions comme on voit dans la Figure 41.

De l'autre côté du Tube vis-à-vis les nomb. 1000, 1012.8, 1025.6, 1038.4, 1051.2, 1064, 1076.8, &c. qui sont en progression Arithmétique, écrivez les nombres, 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, qui sont aussi en progression Arithmétique, divisez chacun de ces intervalles en six parties égales si ces intervalles sont égaux, ou proportionnelles s'ils sont inégaux : le long de cette graduation, c'est-à-dire de la division qui répond aux nombres de la premiere colomne de l'Echelle de M. *Newton*, écrivez les noms des différents Corps, dont les degrés de chaleur sont exprimés par ces nombres.

L'Echelle étant ainsi construite pour le Tube proposé, il ne reste plus qu'à y mettre de l'Huile de lin, & à en déterminer la quantité, afin que quand le

Thermométre aura acquis la chaleur de quelques-uns des Corps sur l'Echelle, la surface de l'Huile reste exactement vis-à-vis la marque qui exprime ce degré de chaleur, c'est-à-dire à o si la boule est mise dans de la neige qui commence à fondre, ou à 34 dans l'Eau qui commence à bouillir, & de même des autres.

Les ouvriers empliſſent ordinairement leur Thermométre avec un entonnoir de verre, dont le Tuyau est tiré capillaire, & qu'ils ont ainsi rendu capable d'entrer dans le Tuyau, & d'aller jusqu'à la boule; s'il leur arrive de verser trop de liqueur, ils en retirent par le moyen de cet entonnoir, jusqu'à ce qu'il en demeure la juste quantité.

Un Thermométre à l'Huile de lin bien gradué & ajusté, comme nous venons de le dire, peut servir à en construire une infinité d'autres, soit avec de l'Huile, soit avec quelqu'autre Fluide dilatable, sans être obligé de graduer les Tubes avec d'égales quantités de Mercure; car ayant rempli la boule & une partie du

Tuyau, de la liqueur qu'on a choisie, on n'a qu'à mettre ce nouveau Thermométre avec un autre bien gradué dans un poëlon plein d'Eau froide, & la faire échauffer le plus doucement qu'il est possible, quand l'Huile du Thermométre *Etalon* arrivera successivement à chaque division de l'Echelle, on fera une marque sur le nouveau Thermométre au même instant, & on aura par ce moyen sur chaque Tube une Echelle parfaitement correspondante ; on la vérifiera, quand l'Eau fera baisser la liqueur en se refroidissant.

Il est aisé de comprendre comment on peut continuer l'Echelle des milliémes parties au-dessous de mille, dans le Thermométre *Etalon* construit par le moyen du Mercure ; & partant comment on peut continuer aussi l'Echelle du nouveau Thermométre, en les mettant tous deux dans quelque mélange de sel & de glace, (pourvû que la liqueur du Thermométre ne soit pas susceptible de se geler.)

Pour qu'un Thermométre soit bien sensible à toutes les petites variations du froid

froid & du chaud qui arrivent dans l'Atmosphére, il doit y avoir une grande boule à proportion de la capacité du Tuyau; & pour que le chaud & le froid puisse se distribuer également dans toute l'étenduë de la liqueur, la boule ne doit pas être sphérique, mais un peu oblongue & applatie, comme les bouteilles clissées de France. Les Thermométres destinés à différents usages, doivent avoir des Tubes de différentes longueur & grosseur, afin d'avoir un nombre de degrés convenable aux usages auxquels on les destine.

On pourroit faire un semblable Thermométre avec de l'Esprit de Vin, au lieu d'Huile de lin, pour prendre les grands intervalles de la nouvelle Echelle, & les diviser en parties plus petites, correspondantes à d'égales capacités du Tube, comme je l'ai dit ci-dessus. *

* L'invention des Thermométres étant une des plus importantes & des plus curieuses qu'on ait en Physique, j'ai cru qu'il seroit avantageux de donner la construction de ceux qui sont aujourd'hui le plus en usage; les voici suivant l'ordre de leur ancienneté.

Conſtruction du Thermomêtre à Mercure de FAREINHEIT.

Il faut remplir de Mercure bien pur & bien purgé d'air, un Tuyau de verre capillaire, auquel on aura joint une bouteille cylindrique d'une capacité proportionnée au diamétre du Tuyau : cela s'exécutera aiſément, en liant au haut du Tuyau un entonnoir de papier dans lequel on verſera le Mercure, après qu'on aura fait ſortir l'air de la bouteille par la chaleur d'un braſier ardent, dans laquelle on la mettra pluſieurs fois ſucceſſivement ; on aura par ce moyen bien-tôt achevé d'emplir tout l'inſtrument, ſur-tout ſi on laiſſe bouillir le Mercure dans la bouteille, avant que de la retirer du braſier pour la derniere fois.

Tout étant bien refroidi, il faut ôter l'entonnoir, & entourer la bouteille de neige ou de glace broyée, & la bien preſſer. Le Mercure ſe condenſant, deſcendra dans le Tuyau juſqu'à ce qu'ayant pris tout le froid que la glace eſt capable de lui communiquer, il demeurera fixe & immobile. Voyez alors ſi ſa ſurface eſt élevée au-deſſus de la bouteille d'environ le quart de la longueur du Tuyau : ſinon, ajoûtez ou ôtez-en ce qu'il faudra de Mercure, pour qu'elle ſoit à cette hauteur. Marquez le Tuyau vis-à-vis l'endroit où s'arrête le Mercure à ce terme de la Congellation : plongez enſuite le Thermomêtre dans l'Eau bouillante, quand le Mercure y aura acquis le plus grand degré de chaleur qu'il puiſſe recevoir, ſa ſurface s'arrêtera encore fixe & immobile. Marquez auſſi ſur le Tuyau, ce terme de l'Eau bouillante : écrivez enſuite ſur la Planche 212 vis-à-vis ce dernier terme, & 32 vis-à-vis celui de la Congellation, diviſant enſuite l'eſpace compris en 180 parties ſi le Tuyau eſt bien cylindrique, & portant 32 de ces parties au-deſſous du point de la Congellation, le Thermomêtre ſera gradué ; on écrira 0 au plus bas de ces degrés, qui eſt le plus grand froid qu'on ait obſervé en *Iſlande*.

Description abregée du Thermométre de M. de REAUMUR. (*a*)

La principale propriété de ce Thermométre, eſt de ſervir à comparer les différents degrés de chaleur à des meſures connuës, comme la *dilatation* & la *condenſation* d'une liqueur quelconque, telle que l'Eſprit de Vin.

On connoît ces différents degrés de la dilatation ou de la condenſation de la liqueur, en comparant l'accroiſſement ou la diminution de ſon volume, pris dans un degré de chaleur connu & déterminé.

En ſuppoſant, par exemple, que le volume de l'Eſprit de Vin dans ce degré de chaleur déterminé, ſoit de 1000 meſures ou parties, & que le volume ſoit devenu 1010 des mêmes parties par un plus grand degré de chaleur, cet accroiſſement de $\frac{10}{1000}$ parties dans le volume de la liqueur, exprimera la dilatation par ce plus grand degré de chaleur. De même, ſi la liqueur eſt expoſée à un froid capable de la réduire à ne plus occuper que 985 parties, des 1000 qu'elle occupoit auparavant; cette diminution de $\frac{15}{1000}$ parties de ſon premier volume, fera voir la quantité dont elle aura été condenſée par ce degré de froid.

Ainſi donc pour connoître les degrés de dilatation ou de condenſation de l'Eſprit de Vin, il ne s'agit que de meſurer l'accroiſſement, ou la diminution de ſon volume, c'eſt-à-dire de comparer l'eſpace qu'il occupe actuellement, à celui qu'il occupoit dans un certain état dont on eſt convenu.

Cet état de la liqueur auquel M. de *Reaumur* propoſe de comparer tous les autres, eſt celui où elle eſt, quand elle eſt environnée d'Eau qui commence à ſe glacer, ou plutôt de neige, ou de glace pilée qui commence à ſe fondre; il a préferé ce terme de la Congellation à tout autre, tant parce que c'eſt un point fixe &

(*a*) *Extrait des Mémoires de l'Acad. Royale des Sciences, Année* 1730. *pag.* 452.

facile à saisir par toute la Terre, que parce qu'il semble être le terme naturel du chaud & du froid.

Il le fixe environ au tiers du Tuyau, au-dessus de la boule, & ayant supposé la capacité de la boule & de la partie du Tuyau qui est au-dessous du fil, divisée en 1000 parties, il cherche à déterminer la milliéme partie de cet espace; pour cet effet, il employe de petites mesures de verre très-exactes, avec lesquelles il en construit d'autres 10 fois, & 100 fois plus grandes, & s'étant fait un assortiment de mesures de toutes sortes de grandeur, il est en état de diviser bien-tôt en 1000 parties, la capacité d'une boule de Thermométre quelconque.

Ayant donc versé 1000 mesures d'Eau dans une bouteille proposée pour faire un Thermométre, & examiné si sa superficie se trouve à peu près au tiers du Tuyau, il attache fortement un fil vis-à-vis cette surface, & fait sortir 25 mesures d'Eau, des 1000 qui sont dans la bouteille. Ensuite attachant le Thermométre sur sa planche, il verse en leur place 25 mesures de vif-argent une à une, observant de faire un trait sur la planche, vis-à-vis l'endroit où se termine la surface de l'Eau, après qu'il a versé chaque mesure de vif-argent; il continuë à verser ainsi plusieurs mesures jusqu'au haut du Tuyau, ce qui lui fait une Echelle, dont chaque partie est la milliéme de tout l'espace compris dans la bouteille, & portion du Tuyau qui est au-dessous du fil; cette maniere de mesurer est fort exacte, & prévient les erreurs qui pourroient naître de l'inégalité des Tuyaux, qui ne sont jamais bien cylindriques.

Cette graduation étant achevée, il fait sortir l'Eau & le Vif-argent qu'il a mis dans la bouteille, & l'emplit d'Esprit de Vin coloré; il en verse jusqu'à ce qu'il y en ait quelques pouces au-dessus du fil; alors il entoure la bouteille de neige ou de glace pilée, ou bien la plonge dans de l'Eau qu'il fait geler artificiellement. La liqueur se condense & descend, jusqu'à ce qu'elle s'arrête enfin sans monter ni descendre, tant qu'elle reste environnée de glace: si le point où s'arrête la liqueur est au-dessus ou au-dessous du fil, il en ôte ou en ajoûte, jusqu'à ce qu'elle soit précisément vis-à-vis.

Quand le point de la Congellation eſt ainſi déterminé, il ne reſte plus qu'à ſceller hermétiquement le Tuyau, après en avoir chaſſé un peu d'air, & à l'attacher ſur la planche : il écrit d'un côté o vis-à-vis le terme de la Congellation, & au-deſſus les nombres 1, 2, 3, 4, 5, & qui doivent exprimer les degrés de chaleur : il eſt écrit de même au-deſſous de o en allant vers la boule, les mêmes nombres 1, 2, 3, 4, 5, qui doivent marquer les degrés de froid. De l'autre côté vis-à-vis o il écrit le nombre 1000, & au-deſſus les nombres 1001, 1002, 1003, &c. qui ſont les degrés de dilatation, comme auſſi au-deſſous les mêmes nombres 1001, 1002, 1003, &c. qui expriment ceux de condenſation.

Ainſi quand la liqueur du Thermométre ſera élevée vis-à-vis le nombre 10 au-deſſus du terme de la Congellation, le nombre 1010, qui ſera vis-à-vis, exprimera que par la chaleur actuelle, le volume de l'Eſprit de Vin, eſt augmenté de $\frac{10}{1000}$, ou de $\frac{1}{100}$ partie de celui qu'il avoit au terme de la Congellation, ce qui eſt un langage intelligible, & qui préſente un objet réel & ſaiſiſſable.

On voit évidemment, que tous les Thermométres remplis du même Eſprit de Vin & conſtruits ſur ces principes, doivent avoir une marche uniforme, & marquer le même degré, quand ils ſont dans la même expoſition ; car la raréfaction de l'Eſprit de Vin étant l'effet de la chaleur, les degrés de raréfaction doivent être les mêmes, quand ceux de chaleur ſont pareillement les mêmes, comme on les ſuppoſe, ainſi deux Obſervateurs ſont en état de comparer la chaleur de *Pondichery*, à celle de *Paris*, quand ils ont chacun un Thermométre conſtruit ſur ces principes.

Il eſt abſolument néceſſaire de ſe ſervir du même Eſprit de Vin, pour avoir des Thermométres dont les degrés ſoient comparables ; comme il s'en trouve qui ont différents degrés de *Dilatabilité*, M. de *Reaumur* a choiſi celui dont le volume étant de 1000 parties au terme de la Congellation, devient 1080, ou augmente de $\frac{80}{1000}$ dans l'Eau bouillante.

Celui qu'on trouve communément chez les Droguiſtes, eſt à peu près de ce caractere.

Conſtruction du Thermomètre de M. DELISLE.[a]

Les degrés de ce Thermomètre ſont les parties d'une Echelle qui exprime la quantité, dont un volume quelconque de Mercure conſideré dans l'Eau bouillante, eſt continuellement condenſé dans l'air que nous reſpirons.

Prenez, comme dans le Thermomètre de FAREINHEIT, un Tuyau de verre auquel ſoit ſoudée une bouteille convenable, examinez ſi le diamétre de ce Tuyau eſt partout égal, ce que vous connoîtrez facilement, en y faiſant entrer un petit cylindre de Mercure d'environ deux pouces, & le faiſant couler tout le long du Tuyau : car ſi le diamétre de ce Tuyau eſt inégal, le cylindre s'allongera ou s'accourcira ſuivant que le Tuyau deviendra plus étroit ou plus large ; ſi on y trouve des inégalités, on les exprimera ſur un papier à part, afin d'en tenir compte dans la graduation.

Ayant donc un Tuyau tel qu'il convient, il faut le peſer & l'emplir enſuite tout-à-fait de Mercure très-pur & très-ſec, on l'expoſera à l'air le plus froid qu'il ſera poſſible, afin qu'il entre davantage de Mercure : en peſant le Thermomètre ainſi rempli, & faiſant déduction du poids du Tuyau, on connoîtra aiſément celui du Mercure qui remplit ſa capacité.

Pendant cette opération on aura fait bouillir de l'Eau dans un vaſe convenable, & on y plongera preſque tout le Thermomètre ſi on peut. On ramaſſera avec ſoin le Mercure, que la chaleur de l'Eau bouillante aura fait ſortir du Tuyau, & quand la ſuperficie de la colomne reſtera conſtamment à l'orifice de ce Tuyau, on l'ôtera de l'Eau bouillante, & on l'expoſera au même air, froid comme auparavant : on peſera avec la balance la plus exacte, cette petite quantité de Mercure qui eſt ſortie du Tuyau lorſqu'il étoit plongé dans l'Eau bouillante.

a *Miſcellanea Berolin.* TOM. IV. pag. 343.

Cependant le Mercure qui eſt dans le Tuyau, & qu'on a laiſſé expoſé à l'air froid s'eſt déja condenſé, & ſa ſurface s'eſt arrêtée quelque part ſans baiſſer ni hauſſer davantage, il faut marquer ſur le Tuyau l'endroit vis-à-vis duquel cette ſurface s'arrête fixe & immobile, enſuite de quoi la graduation ſera bien-tôt faite, car *la quantité de Mercure qu'on avoit d'abord introduite, eſt à ce qui s'en eſt écoulé dans l'Eau bouillante, comme la capacité de la Boule & du Tuyau priſes enſemble, eſt à la partie de ce Tuyau qui eſt demeurée vuide après l'abaiſſement du Mercure.*

Les deux premiers termes de cette proportion, ſont connus par des meſures actuelles, & ſuppoſant la capacité de la bouteille diviſée en 1000, 10000, ou 100000 parties, on aura bien-tôt le quatriéme terme par la regle de trois. Ce quatriéme terme exprimera donc en parties du volume du Mercure, la quantité dont ce volume s'eſt condenſé par le froid de l'air auquel il a été expoſé. Ainſi ſi ce degré de froid auquel on a expoſé le Thermométre au ſortir de l'Eau bouillante, eſt le même que celui de la Congellation, & que le quatriéme terme de la proportion ſoit 150 (ſi on a ſuppoſé la capacité de la bouteille & du Tuyau diviſée en 10000 parties,) on connoîtra qu'un volume de Mercure de 10000 parties dans un état conſtant & ſaiſiſſable, tel que celui de l'Eau bouillante s'eſt condenſé de $\frac{150}{10000}$ par un froid tel que celui de la Congellation.

On achevera l'Echelle en diviſant la longueur du Tuyau depuis ſon orifice juſqu'à la marque, en autant de parties qu'en exprime le quatriéme terme de la proportion; on mettra 0 à l'orifice du Tuyau, & les autres nombres dans la ſuite naturelle juſqu'à la bouteille.

Ces parties ſeront égales, ſi le Tuyau étoit bien cylindrique, & proportionnelles s'il ne l'étoit pas.

J'ai trouvé par pluſieurs Expériences le terme de la Congellation à $148\frac{1}{3}$, & 149: d'autres l'ont trouvé plus haut ou plus bas, je crois avec M. *Martine*, qu'on pourroit le fixer à 150, alors la conſtruction du Thermométre ſeroit bien plus commode, & pourvû qu'on eut

de l'Eau bouillante & de la glace, on auroit bien-tôt l'Echelle.

Car ayant mis le Thermométre tout rempli dans l'Eau bouillante, & fait enſorte que la ſuperficie de la colomne ſoit bien à l'orifice du Tuyau, ſi après l'avoir retiré on l'entoure de neige ou de glace pilée, l'endroit où s'arrêtera la ſurface du Mercure quand il ſera parfaitement refroidi, ſera le terme de 150.

M. *Fareinheit* s'eſt apperçû que la chaleur de l'Eau bouillante varioit ſuivant la peſanteur de l'air, qu'elle étoit plus grande quand le Barométre étoit plus élevé, & moindre quand il étoit plus bas; j'ai eu occaſion de confirmer cette Expérience par l'Obſervation ſuivante.

Le 6. Octobre 1739. ſur la pointe la plus élevée du *Canigou*, le Barométre étant à 20 pouces 2 lignes $\frac{1}{12}$, la chaleur de l'Eau bouillante n'a pû élever le Mercure qu'à 15°. dans le Thermométre de M. *Deliſle*, tandis qu'elle le faiſoit monter à 0 à *Perpignan*, où le Barométre étoit à 28 pouces 2 lignes.

Le même Thermométre étant entouré de neige, qu'on trouve en abondance dans les fondrieres du *Canigou*, la liqueur eſt deſcenduë à 148, comme la glace l'a fait deſcendre à *Paris*.

D'où il eſt évident que la peſanteur de l'air influë ſenſiblement ſur la chaleur de l'Eau bouillante, mais qu'elle n'altére en aucune maniere le terme de la Congellation.

COMPARAISON

Des principaux THERMOMETRES qui ſont aujourd'hui en uſage.

	Thermomètre de l'Obſervatoire.	Therm. de la Société Royale.	Thermom. de *Fareinheit.*	Thermom. de M. de *Reaumur.*	Thermomètre de M. *Deliſle.*
Chaleur de l'eau bouillante.	.....	.....	.. 212 ..	.. 80 ..	.. 0 ...
Chaleur du Corps humain.	.. 90 ..	.....	.. 96 ..	.. 33 ..	. 96 $\frac{2}{3}$ ..
Terme de la Congellation.	.. 30 ..	.. 77 ..	.. 32 ..	... 0 ...	. 150 ..

§. III.

Recit de plusieurs Expériences faites devant la Société Royale, avec quelques recherches sur la cause de l'élévation, & de la suspension des liqueurs dans les Tuyaux capillaires.

IL y a quelques jours qu'un homme d'esprit de mes amis, me proposa une méthode de faire le mouvement perpétuel, qui me parut si plausible & si aisée à démontrer par une Observation de M. *Haukſbée*, que quoique je sois fort éloigné d'avoir la moindre confiance dans ces sortes de recherches, cependant j'avouë que je n'ai jamais pû réüssir à trouver en quoi manquoit la prétenduë découverte, dont l'Expérience m'a démontré la fausseté. Mais comme la recherche des choses impossibles a souvent donné lieu à de nouvelles découvertes, auxquelles les Inventeurs ne se seroient pas attendus, de même cette idée m'a mis à portée non-seulement de corriger

quelques petites erreurs de M. *Hauksbée*, mais encore de découvrir la véritable cause de l'élévation & de la suspension des liqueurs dans les Tuyaux capillaires.

I. Voici la proposition de mon ami; *abc* (Fig. 42) est un Siphon capillaire, dont les deux branches ont des diamétres & des longueurs inégales; l'orifice *a* de la plus longue & de la plus étroite *ab* étant plongé dans l'eau, elle s'y élevera au-dessus du niveau, jusqu'à ce qu'elle empliſſe tout le Tube *ab* où elle demeurera suspenduë: si on plonge de la même maniere, la branche la plus courte & la plus large *bc*, l'eau montera seulement à une certaine hauteur *fc*, moindre que la hauteur entiere du Tube. Ce Syphon étant plein d'eau, & l'orifice *a* étant plongé dans l'eau *de*; voici comme raisonnoit mon ami.

Puisque les deux colomnes d'Eau *ab*, *fc*, sont par supposition suspenduës par quelque puissance qui agit en dedans des Tubes, ces puissances ne pourront pas déterminer l'eau à se mouvoir ni d'un

côté ni d'un autre ; mais la colomne *bf* que rien ne soutient doit descendre, & faire sortir l'eau par *c* ; or la pression de l'Atmosphére agissant sur l'eau de bas en haut, l'élevera par l'orifice *a* pour remplir le vuide, qui arriveroit sans cela dans la partie supérieure du Tube *bc*, ce qui doit faire le mouvement perpetuel, puisl'eau tombe dans le même vaisseau dont elle puisée. Mais l'Expérience, comme j'ai dit, fait voir la fausseté de ce raisonnement : car

Exp. 1. L'eau au lieu de sortir par l'orifice *c*, s'éleve vers *f*, & sortant presque toute de la branche *bc*, elle demeure suspenduë à la hauteur *ab*.

Exp. 2. La même chose arrive en ôtant le Syphon de dedans l'eau, dans laquelle est plongé l'orifice inférieur *a*, car l'eau tombant en forme de gouttes par cet orifice *a*, s'arrête enfin à la hauteur *ab* ; mais dans ces Expériences, il faut que *ag* différence des deux branches, excéde *fc*, autrement l'eau ne retomberoit ni d'un côté ni d'autre.

EXPER. 3. En renverſant le Syphon quand il eſt plein d'eau, elle y reſte ſans ſe mouvoir d'un côté ni d'un autre.

Tous ces Phœnomenes s'expliqueront aiſément, quand nous aurons découvert par quels principes l'eau ſe tient ſuſpenduë dans les Tuyaux capillaires.

II. Voici à préſent l'Obſervation de M. *Hauksbée*. Soit *abcf*, (Fig. 43,) un Syphon capillaire dans lequel l'eau s'éleve à la hauteur *cf*; ſoit *ab* l'abaiſſement de l'orifice de la plus longue branche, au-deſſous de la ſurface de l'eau *de*; le Syphon étant plein d'eau, ſi *ab* eſt moindre que *cf*, l'eau ne ſortira pas par l'orifice *a*, mais demeurera ſuſpenduë.

Cela paroît fort plauſible au premier abord, car puiſque la colomne d'eau *fc* doit être ſuſpenduë par quelque puiſſance qui agit en dedans du Tube; pourquoi ne le ſeroit pas la colomne *ba* qui eſt égale, ou même moindre que la premiere colomne.

EXP. 4. Dans l'Expérience, ſi l'orifice *c* eſt élevé au-deſſus de l'eau *de*, l'eau

reſte ſuſpenduë dans le Tube, à moins que *ba* n'excéde *fc*.

Exp. 5. Mais quand *c* eſt tant ſoit peu plongé dans l'eau, auſſi-tôt l'eau ſort en gouttes par l'orifice *a*, quoique la longueur *ab* ſoit conſidérablement moindre que la hauteur *fc*.

M. *Hauksbée* dans ſon Recueil d'Expériences, a avancé une autre Obſervation; ſçavoir, que la plus courte branche d'un Syphon capillaire, tel que *abcf* doit être plongée dans l'eau, à une profondeur égale à la hauteur à laquelle l'eau reſteroit ſuſpenduë, avant qu'elle puiſſe ſortir par la plus longue branche.

Exp. 6. Je ne ſçaurois imaginer d'où vient l'erreur, car l'eau ſort par la plus longue branche, auſſi-tôt que l'orifice de la plus courte vient à toucher la ſurface de l'eau, même ſans être plongé dedans.

III. Je viens à préſent à la cauſe de l'élévation & de la ſuſpenſion de l'eau dans les Tuyaux capillaires.

Les Expériences de M. *Hauksbée*, prouvent ſuffiſamment que ce Phœnome-

ne ne dépend pas de la preſſion de l'Atmoſphére, & que la cauſe qu'il en a aſſignée, ſçavoir, l'attraction de la ſurface concave du Tuyau eſt pareillement inſuffiſante ; c'eſt ce que je démontre.

Puiſque dans chaque Tuyau capillaire, la hauteur à laquelle l'eau s'éleve eſt réciproquement comme le diamétre du Tube, il ſuit que la ſurface qui tient l'eau ſuſpenduë eſt toujours une quantité donnée ; mais la colomne d'eau ſuſpenduë eſt comme le diamétre du Tube, donc ſi l'attraction de la ſurface environnante eſt la cauſe de la ſuſpenſion de l'eau, il s'enſuit que d'égales cauſes produiſent des effets inégaux, ce qui eſt abſurde.

On peut objecter, que dans deux Tubes de diamétres inégaux les circonſtances peuvent être différentes, & par conſéquent les cauſes, quoi qu'égales, peuvent produire des effets différents, car le moindre Tube a non-ſeulement une plus grande courbure, mais encore les parties d'eau qui ſont au milieu, ſont plus

proche de la ſurface attirante, que dans le Tuyau le plus large.

Mais tout ce qui pourra s'enſuivre de cette Objection, ce ſera ſeulement, que le Tube le plus étroit doit ſoutenir une plus grande quantité d'eau ; ce qui eſt contraire à l'Expérience, car les colomnes ſuſpenduës ſont comme les diamétres des Tubes.

Mais, comme en pareil cas, les Expériences ſatisfont toujours beaucoup plus que les raiſonnemens de Mathematique, la ſuivante me paroît tout-à-fait déciſive.

Le Tube *dc* (Fig. 44) eſt compoſé de deux parties, dans la plus grande deſquelles l'eau s'éleve à la hauteur *bf*; mais dans la partie la plus étroite ſi elle étoit ſuffiſamment longue, elle s'éleveroit à la hauteur *cd*.

Exp. 7. Ce Tube étant rempli d'eau, & le bout le plus large *c* étant plongé dans l'eau *ab*, toute l'eau reſte ſuſpenduë.

Exper. 8. L'extrêmité la plus étroite étant plongée comme dans la Fig. 45, l'eau

l'eau descend aussi-tôt, & reste à la hauteur $dg = bf$.

D'où il est manifeste, que la suspension de l'eau dans la premiere de ces Expériences, ne vient pas de l'attraction de la surface environnante, puisque si cela étoit, cette surface étant la même quand le Tube est renversé, l'eau devroit demeurer à la même hauteur.

IV. Ayant fait voir l'insuffisance de cette hypothese, je passe à la véritable cause de ce Phœnomene, sçavoir l'Attraction de la *peripherie*, ou plutôt de la portion annulaire du Tube à laquelle la surface de l'eau est contiguë & adhérente, car c'est seulement de cette partie du Tube, que l'eau doit s'éloigner en s'abaissant, & par conséquent la seule qui par la force de son Attraction, s'oppose à sa descente.

Cette cause est proportionnelle à l'effet, puisque cette circonférence & la colomne suspenduë, sont toutes deux proportionnelles au diamétre du Tube.

Quoique ces circonstances soient suf-

fisantes pour fournir une démonstration complette, cependant pour plus grande évidence, je produirai les Expériences suivantes. Soit donc *edc* (Figure 46) un Tube pareil à celui dont nous nous sommes servi dans la 7e & 8e Expérience, excepté que la partie la plus étroite est ici la plus longue ; soient *af* & *bg*, les hauteurs auxquelles l'eau se tiendroit suspenduë dans les deux Tubes *ed*, *dc*.

Exp. 9. Si on plonge dans l'eau *ab* le plus large orifice *e* de ce Tube, & qu'on l'empliſſe juſqu'à quelque hauteur moindre que la longueur de la partie la plus large, l'eau reſtera préciſément au niveau du point *g*.

Mais ſi la ſurface de l'eau entre tant ſoit peu dans le Tube le plus étroit *ed*, toute la colomne *dc* ſera ſuſpenduë, pourvû que la longueur de cette colomne n'excéde pas *af*.

Il eſt évident par cette Expérience, que rien ne peut ſoutenir l'eau à une ſi grande hauteur, que le contact de la circonférence du petit Tuyau à laquelle la

ſurface ſupérieure de l'eau eſt contiguë ; car par la ſuppoſition le Tube *dc* n'eſt pas pas capable de ſoutenir l'eau à une hauteur plus grande que *bg*.

Exp. 10. Quand le même Tuyau eſt renverſé comme dans la Figure 47, & que l'eau eſt élevée dans l'extrêmité inférieure du Tuyau plus large *cd*, elle deſcend auſſi-tôt, ſi la longueur de la colomne ſuſpenduë eſt plus grande que *gb*, au lieu que dans le Tube *de*, elle ſeroit ſuſpenduë à la hauteur *af*; d'où il paroît évidemment que la ſuſpenſion de la colomne *dh*, ne dépend point de l'attraction du Tube *de*, mais de la ſuperficie annulaire du Tube plus large, à laquelle l'eau eſt contiguë.

V. En faveur de ceux qui aiment à voir les mêmes choſes tournées de pluſieurs manieres, je vais joindre les Expériences ſuivantes, qui ſont les mêmes au fond, que ces deux dernieres.

Dans la Fig. 48, *abc* eſt un Syphon, dont la plus courte & plus étroite branche eſt telle, que ſi elle étoit ſuffiſam-

ment longue, elle soutiendroit une colomne d'eau de la hauteur *ef*, au lieu que la plus large & la plus longue *bc* n'en suspendroit qu'une de la hauteur *gh*.

Exp. 11. Ce Syphon étant plein d'eau & mis dans la même position qu'on le voit dans la Figure, l'eau ne sort pas à l'orifice *c* de la plus longue branche, à moins que *dc* différence de ces branches, *ab* & *bc* n'excéde la longueur *ef*.

Exp. 12. Si la branche la plus étroite *bc* est plus longue que *ab* (Figure 49) l'eau sortira en *c*, pourvû que *dc* différence des branches, excéde *ef*, autrement elle resteroit suspenduë.

Il est évident dans ces deux Expériences, que les colomnes *dc* sont soutenuës par l'attraction des *peripheries* en *a*, puisque leurs longueurs sont égales à *ef*, ou à la longueur des colomnes, que ces *peripheries* sont capables de soutenir par supposition, au lieu que les Tubes *bc* soutiendroient des colomnes, dont les longueurs seroient égales à *gh*.

VI. Quoique ces Expériences paroif-

ſent déciſives, il ne ſera cependant pas mal-à-propos de prévenir les Objections qui ſe préſentent, & qu'on pourroit d'abord croire ſuffiſantes pour renverſer notre Theorie.

Puiſqu'une *peripherie* du Tube *ed*, dira-t'on (Figure 46) ; ne peut ſoutenir qu'une colomne de la longueur *af* contenuë dans le même Tube, comment pourra-t'elle ſoutenir une colomne beaucoup plus large dans le Tube *dc*, puiſqu'elle eſt d'autant plus grande que l'autre, que la ſection du grand Tube excéde celle du petit ? De plus, ſi la *peripherie* du grand Tube *dc* Fig. 47. eſt capable de ſoutenir une colomne d'eau dans le même Tube de la longueur *bg*, pourquoi ne ſupporteroit-elle pas une colomne plus longue dans le Tuyau plus étroit *ed*?

On peut faire la même queſtion pour les Expériences 11 & 12. La réponſe eſt aiſée, car les forces de ces deux colomnes, ſont préciſément les mêmes, que ſi les Tubes *ed*, *cd* qui les ſoutiennent étoient continués au-delà de la ſur-

face de l'eau *ab*, puiſque les viteſſes de l'eau, là où ces colomnes deviennent ou plus larges ou plus étroites, ſont aux viteſſes des *peripheries* attirantes, réciproquement comme les différentes ſections des colomnes.

Exp. 13. On tire delà ce paradoxe ſingulier, ſçavoir, qu'étant donné un vaiſſeau *abc* (Fig. 50) de Figure quelconque, & qui contienne une quantité d'eau auſſi quelconque, toute cette quantité d'eau peut reſter ſuſpenduë au-deſſus du niveau, ſi le haut de ce vaiſſeau eſt un Tuyau capillaire d'une fineſſe ſuffiſante. Mais l'Expérience réüſſira-t'elle, quand la hauteur du vaiſſeau ſera plus grande que celle, à laquelle la preſſion de l'Atmoſphére peut élever l'eau, & comment ſera-t'elle dérangée par le vuide? c'eſt ce que j'examinerai dans un autre Mémoire.

La cauſe qui ſoutient l'eau dans les Tuyaux capillaires étant découverte, il n'eſt pas difficile d'expliquer pourquoi elle paroît y monter d'elle-même. Car puiſque l'eau qui entre dans les Tuyaux ca-

pillaires, perd de sa gravité par l'attraction de la *peripherie* qui touche sa surface, elle doit donc s'élever plus haut, partie par la pression de l'eau du vase, partie par l'attraction de la *peripherie* qui est immédiatement au-dessus.

§. IV.

Nouvelles Expériences sur l'action des Tuyaux de verre sur l'Eau & le Vif-argent par Monsieur Jurin. (*a*)

DANS un Mémoire que je présentai il y a quelque temps à la Société Royale, j'avançai que la suspension de l'eau dans les Tuyaux capillaires, venoit de ce qu'elle étoit attirée par la partie annulaire de la surface intérieure du Tube, qui est contiguë à celle de l'eau. Entre plusieurs Expériences dont je me servis alors pour appuyer cette opinion, je rapportai celle d'un Entonnoir de verre de plusieurs pouces de diamétre, & dont la queuë étoit tirée en Tuyau capillaire très-

(*a*) Extrait des Transactions Philosophiques, n°. 363.

délié : je disois que cet Entonnoir étant rempli d'eau, & renversé dans une Cuvette, toute la quantité qu'il en pouvoit contenir, restoit suspenduë au-dessus du niveau de celle de la Cuvette par l'attraction du petit anneau de verre, auquel la surface supérieure de l'eau de l'Entonnoir étoit immédiatement contiguë : aussi-tôt que ce Mémoire a été imprimé, on a vû paroître un Livre composé par un illustre & Sçavant Membre de cette Société, dans lequel cette Expérience est rapportée de la maniere suivante.

„ Si on a un Entonnoir plein d'eau, „ comme *ABC*, (Figure 51) dont le „ grand orifice soit plongé dans l'eau d'u- „ ne Cuvette *BC*, & que la queuë de „ cet Entonnoir soit tirée en Tuyau ca- „ pillaire ouvert en *A*, l'eau restera suspen- „ duë dans l'Entonnoir, sçavoir, la colom- „ ne *Aa* par l'attraction de la circonfé- „ rence annulaire du Tube qui est à sa „ surface, & les autres colomnes d'eau, „ comme *Ff*, *Dd*, *Ee*, *Gg* le seront à

proportion, par l'attraction des parties " du verre qui ſont au-deſſus d'elles, tel- " les que *F, D, E, G. Il paroît que les* " *colomnes, ou filets d'eau* Dd, Ee, *ne cou-* " *lent pas vers* F f *ou* G g, *& ne ſe quittent* " *point à cauſe de l'adhérence qu'elles ont* " *avec la colomne* A a *que le Tube ſoutient,* " *car ſi on briſe le Tube en* D, E, *toute l'eau* " *s'écoule auſſi-tôt.* "

Comme cette ſolution eſt différente de celle que j'ai donnée, & que la réputation de l'Auteur, dont tout le monde connoît la ſagacité en fait de Phyſique Expérimentale, étoit capable d'authoriſer ſon ſentiment, je me ſuis crû obligé d'examiner de nouveau les circonſtances de cette Expérience, afin de réfuter ſon ſentiment ou de corriger le mien; c'eſt pourquoi, à la premiere Aſſemblée de la Société, j'ai fait voir l'Expérience ſuivante.

afbcg (Figure 52) eſt un Entonnoir dont la partie inférieure eſt Cylindrique, & a une hauteur conſidérable : l'extrêmité ſupérieure eſt tirée en Tuyau capil-

laire en *a* : ce vaiſſeau contient de l'eau de la hauteur *bf*, de maniere que ſa ſurface *bg* n'atteint point à la partie courbée de l'Entonnoir : ayant mis mon doigt mouillé ſur le bout *a*, il eſt entré une petite quantité d'eau dans le Tuyau capillaire en *a*; & l'eau contenuë dans cet Entonnoir eſt reſtée ſuſpenduë au-deſſus du niveau, comme dans la premiere Expérience.

Or il eſt évident par celle-ci, que les petits filets d'eau dans leſquels nous ſuppoſons le Cylindre *fgbc*, partagé, ne ſont pas ſoutenus par l'attraction des parties concaves du verre, puiſqu'elles n'y touchent point du tout, ni par une colomne d'eau centrale, qui ſoit elle-même ſoutenuë par ſon contact avec le haut du Tuyau capillaire, & ſupporte toutes celles qui l'environne par ſon adhérence avec elles ; or c'eſt ſur ces deux points, que l'explication de notre Auteur eſt fondée.

Voici néanmoins comment on peut expliquer cette Expérience ; le Cylindre

d'eau *fbgc* fait équilibre par ſon poids avec une partie de la preſſion de l'Atmoſphére, qui peſe ſur la ſurface de l'eau de la Cuvette, & tend à repouſſer en haut l'eau du Cylindre ; une autre partie de cette preſſion de l'Atmoſphére eſt en équilibre avec le reſſort de l'air *afg* qui eſt demeuré entre la ſurface du Cylindre d'eau *fbgc*, & la colomne du Tuyau capillaire *a* ; mais comme cet air preſſe également de tous côtés, il doit faire autant d'effort contre la preſſion qu'exerce l'Atmoſphére ſur la petite colomne d'eau en *a*, qu'il en fait ſur celle du gobelet ; le reſte de la preſſion de l'Atmoſphére ſur la colomne d'eau en *a*, eſt ſoutenu par la force avec laquelle cette colomne eſt adhérente au Tuyau capillaire, laquelle par conſéquent doit faire équilibre avec le poids du Cylindre d'eau *fgbc*, & c'eſt la véritable cauſe de la ſuſpenſion de ce Cylindre, quoiqu'elle ne ſoit pas immédiate.

L'Expérience réuſſit de même, quand à une colomne d'eau *fgbc*, on en ſub-

ſtituë une de vif-argent, & qu'on touche de même le haut du Tube avec le doigt mouillé, mais la hauteur de l'eau doit d'autant excéder celle du vif-argent, que la gravité ſpécifique de celui-ci eſt plus grande.

Je vais maintenant m'acquitter de la promeſſe que j'ai faite dans le diſcours dont je viens de parler, ſçavoir d'examiner ſi les Expériences qui y ſont rapportées réüſſiroient dans le vuide, & ſi l'eau pourroit reſter ſuſpenduë dans un grand Tuyau, dont le haut ſeroit tiré capillaire, a une hauteur plus grande que celle à laquelle la preſſion de l'Atmoſphére pourroit la ſoutenir.

Pour cela j'ai fait bouillir de l'eau, & je l'ai purgée de tout ſon air dans la Machine Pneumatique, après quoi les Expériences ont réüſſi auſſi-bien dans le vuide, que dans l'air libre. La treiziéme Expérience, entr'autres, a été faite avec un Tube de 35 pouces de long, & d'un quart de pouce de diamétre, dont le haut étoit tiré en un filet délié; étant plein

d'eau purgée d'air comme ci-devant, la même quantité a reſté ſuſpenduë dans le vuide ; ce qui fait voir évidemment que le ſuccès de cette Expérience ne dépend aucunement de la preſſion de l'air, puiſqu'une petite quantité d'air n'a pas été capable de ſoutenir l'eau à une ſi grande hauteur, & par conſéquent que la hauteur à laquelle l'eau peut être ſuſpenduë par le verre, n'eſt point bornée par cette preſſion.

Mais je dois faire ſentir une difficulté conſidérable qui ſe préſente d'abord à ceux qui examinent cette Expérience : pour la rendre plus manifeſte, il faut obſerver ce qui arrive, quand on emplit d'eau purgée d'air, un Tuyau capillaire, & qu'on l'enferme dans un Récipient dont on a pompé l'air.

Dans ce cas, toute la colomne d'eau contenuë dans ce Tube *abc* (Fig. 53) eſt ſuſpenduë par l'attraction de l'anneau au haut du Tube *a*, & quoique cet anneau n'agiſſe pas immédiatement ſur les parties d'eau, hormis ſur celles qui lui

ſont contiguës, & celles qui ſont aſſez proches, pour être dans ſa Sphere d'attraction qui ne s'étend qu'à une très-petite diſtance ; cependant il eſt impoſſible que les autres parties d'eau, comme celles qui ſont en *c* ſe ſéparent de l'eau qui eſt au-deſſus d'elles & tombent en bas, parce que l'action de l'anneau en *c* s'oppoſe à leur deſcente ; car étant égal à l'anneau *a*, il eſt capable de ſuſpendre une colomne de la longueur *ab*, & par conſéquent il eſt plus que ſuffiſant pour ſoutenir la colomne *cb*, d'où il eſt évident qu'aucune autre partie de l'eau contenuë dans le Tube, ne peut deſcendre à moins que la partie ſupérieure jointe au poids de l'eau qui eſt au-deſſous, ne devienne capable de vaincre l'attraction du verre en *a*.

Mais dans un Tube compoſé, comme celui dont nous nous ſommes ſervi dans une de nos Expériences (Fig. 54) (*acb*) le cas eſt bien différent, & on n'apperçoit pas aiſément, pourquoi dans le vuide, chaque partie d'eau dans l'en-

droit le plus large du Tube, comme en *c*, n'abandonne pas celle qui eſt au-deſſus & ne deſcend pas, puiſque l'anneau *c* eſt beaucoup trop large pour pouvoir ſoutenir une colomne d'eau auſſi longue que *cb*.

La meilleure réponſe que je puiſſe faire à cette difficulté, c'eſt que l'adhérence de l'eau du petit Tuyau à celle du plus large, ſuffit pour compenſer le poids de l'eau ſuſpenduë, mais comment cette cohéſion dépend-elle d'un milieu aſſez ſubtil pour paſſer au travers du Récipient, c'eſt ce qui mérite attention. Car quoiqu'un tel milieu puiſſe pénétrer également les pores de l'eau du Gobelet, & du Tuyau capillaire, cependant il agira avec toute ſa force ſur les parties ſolides de l'eau, (s'il m'eſt permis de parler ainſi) qui en compoſent la ſurface dans le Gobelet, au lieu que de ſemblables parties ſolides dans le Tube, qui ſe trouveroient directement ſous les parties ſolides de cette ſurface de l'eau du Gobelet, ſeroient à couvert de cette preſſion, d'où s'enſuit qu'il y auroit

une moindre preſſion de ce milieu ſur la partie de l'eau enfermée dans le Tuyau capillaire, que ſur une égale ſurface de l'eau de la Cuvette : de façon que la colomne d'eau ſuſpenduë dans le Tube, pourroit être ſoutenuë par la différence entre ces deux preſſions ; cette explication peut être confirmée par les Expériences ſuivantes, quoique j'aille parler tout-à-l'heure d'une autre cauſe qui contribuë au ſuccès des premieres, & de celles-ci.

Je rapporterai d'abord la fameuſe Expérience de la ſuſpenſion du Mercure, à la hauteur de 70 ou 75 pouces dans le Tube de *Toricelli*, dans l'air libre, à quoi nous pouvons ajoûter celle qui a été pareillement faite dans un Récipient vuide d'air, & rapportée par M. *Papin* dans ſa *continuation du Digeſteur* ; je ne parlerai point de la ſuſpenſion de l'eau purgée d'air dans le vuide, rapportée dans le même Livre, parce qu'il y a peu de différence entre cette Expérience, & celle que je viens de rapporter, le haut de la courbure

courbure du Tuyau, que nous pouvons supposer aussi petit que nous voudrons, tenant lieu du Tuyau capillaire qui est au haut de notre Tube; mais nous ne devons pas passer sous silence les Expériences qu'a fait l'illustre M. *Huyghens*, & qu'il a publié dans les Transactions Philos. n°. 86, sur l'adhérence des deux Plateaux polis dans un Récipient vuide d'air, de même que l'écoulement de l'eau & du mercure purgé d'air par le Syphon, sous le Récipient de la Machine Pneumatique, qu'il rapporte au même principe dont nous nous sommes servi pour expliquer les nôtres.

III. Quand à l'existence d'un tel milieu, je me contenterai de renvoyer à ce qu'en a dit notre illustre Président, dans les questions qui sont à la fin de la derniere édition de son *Optique*, & comme j'ai eu dernierement l'honneur d'entretenir la Société de quelques Expériences, qui sont exactement conformes à celles du Docteur *Taylor*, de Monsieur *Haukſbée* & aux miennes, & qui me mettent à présent

en état de faire là-dessus un petit système, je l'ai disposé dans les propositions suivantes qui seront démontrées par les Expériences que j'y ai jointes.

Prop. 1. *Les particules d'Eau s'attirent mutuellement.*

Cette proposition est, je crois, universellement reconnuë, & n'a pas besoin de démonstration: la rondeur des gouttes de pluies, & l'empressement avec lequel deux gouttes d'eau semblent se joindre dès qu'elles se touchent, la prouvent assez.

Prop. 2. *Les particules du Vif-argent s'attirent mutuellement.*

C'est aussi manifeste par la rondeur qu'affectent les gouttes de Mercure posées sur une table unie, dont deux s'unissent aussi-tôt qu'elles viennent à se toucher.

Prop. 3. *L'Eau est attirée par le verre.*

Celle-ci est encore prouvée par toutes les Expériences que nous avons rapportées sur ce sujet.

Prop. 4. *Le verre attire le Vif-argent.*

Exp. 1. Si on met une petite goutte de Mercure sur une feuille de papier, & qu'on la touche avec un morceau de cryſtal en l'élevant doucement, le vif-argent s'y attachera, & ſi le verre eſt élevé de deſſus le papier, il prendra le vif-argent de même que l'Aimant enleve un morceau de fil-de-fer ; le vif-argent s'attachera par une ſurface plane d'une largeur conſidérable, par rapport au volume de la goutte, comme on le voit évidemment avec un microſcope ; enfin ſi on tient le verre un peu obliquement, la goutte de Mercure roulera tout doucement ſur ſon Axe le long du bord inférieur du verre, juſqu'à ce qu'elle arrive au bout où elle reſtera ſuſpenduë comme auparavant.

Prop. 5. *Le verre attire plus les particules d'Eau, qu'elles ne s'attirent entr'elles.*

Cela paroît évidemment par l'élévation de l'eau dans les Tuyaux capillaires ; car quand l'eau commence à s'élever dans les Tuyaux capillaires, toutes les particules d'eau qui touchent le petit an-

neau au fond du Tube, doivent avoir ceſſé de toucher l'autre Eau, & s'être élevées malgré leur gravité pour venir s'appliquer au verre; c'eſt ainſi qu'on explique les Expériences du Docteur *Taylor*, de M. *Hauksbée* & les miennes, car en y faiſant attention, on verra que dans toutes, quelques parties d'eau abandonnent la maſſe, pour venir s'appliquer au verre.

Prop. 6. Le verre attire moins les particules de Vif-argent, qu'elles ne s'attirent entr'elles.

Exp. 1. Si on plonge un petit Tube *ab* ouvert par les deux bouts Fig. 55. dans un vaiſſeau plein de vif-argent, & qu'on l'approche du bord du vaiſſeau, afin qu'on puiſſe appercevoir au travers l'élévation du Mercure; le Mercure entrera en partie dans le Tube, mais il s'arrêtera à quelque endroit, comme en *e* au-deſſous de la ſurface *cd*, & la diſtance *ce* ſera toujours réciproque au diamétre du Tube.

Dans cette Expérience, une colomne

de vif-argent de la hauteur *c e* tend à faire monter le Mercure dans le Tuyau capillaire ; & comme on a déja prouvé que le verre attire le Mercure, l'attraction de la ſurface annulaire qui eſt contiguë ſa ſuperficie, tend à l'élever encore davantage.

Mais une autre puiſſance contraire s'oppoſe à cette élévation du Mercure, ſçavoir l'attraction de la maſſe de Mercure avec laquelle la petite colomne communique ; non-ſeulement cette attraction contrebalance celle du verre, mais auſſi le poids de la colomne *c e*, d'où il eſt clair qu'elle eſt plus grande que celle du verre.

La cauſe qui empêche le poids de la colomne de Mercure *c e*, étant donc la différence entre l'attraction de la ſurface annulaire du Tube en *e*, & celle d'une égale ſurface de Mercure de la Cuvette, dont celui qui tend à monter dans le Tube, doit s'éloigner pour s'unir à un ſemblable anneau de verre, cette cauſe, dis-je, ſera proportionnelle à cette ſur-

face annulaire, ou ce qui eſt la même choſe au diamétre du Tube, & puiſque la colomne ſoutenuë doit être proportionnelle à la cauſe qui la ſoutient, cette colomne doit pareillement être comme le diamétre du Tube : mais la colomne ſuſpenduë eſt comme le quarré du Tube, & le poids de la colomne *ce* conjointement ; d'où il ſuit que le poids de *ce* doit être réciproquement comme le diamétre du Tube, ainſi qu'on l'a trouvé par Expérience.

L'Expérience de l'élévation de l'eau dans les Tuyaux capillaires, eſt préciſément l'inverſe de celle-ci.

Exp. 2. En mettant du vif-argent dans un Syphon renverſé *acb*, (Figure 56) dont une des branches *ac*, eſt plus étroite que l'autre *cb*, la hauteur *ce* à laquelle ſe tient le Mercure dans la plus large branche *cb*, eſt plus grande que la hauteur *cd* à laquelle il ſe tient dans la plus étroite.

Au contraire, l'eau ſe tient plus élevée dans la branche plus étroite, que dans l'autre.

Exp. 3. Dans la Fig. 57 *abcd* repréſente une plaque de verre rectangulaire, qui fait le côté d'une boëte de buis, dans l'intérieur de laquelle eſt un autre verre plan de la même grandeur qui eſt bien appuyé ſur le premier par l'extrêmité *ac*, & eſt écarté à l'autre extrêmité *bd*, de ſorte que ces deux Plans forment un petit angle. Quand on verſe du Mercure dans cette boëte à quelque hauteur, comme *ce* il s'inſinuë entre les deux glaces planes, & montant entre ces glaces à différentes hauteurs, plus grandes ou moindres, ſelon qu'elles ſont moins ou plus écartées, il forme une hyperbole ordinaire *cgf*, dont une des Aſymptotes *ef* eſt la ligne à laquelle la ſurface du Mercure dans la boëte touche la glace intérieure, l'autre eſt la ligne *ac* qui joint les deux Plans : nous avons examiné avec ſoin cette hyperbole, M. *Hauksbée* & moi; les rectangles *ehg* nous ont parus égaux (avec toute l'exactitude qu'on peut eſperer) ainſi qu'on démontre qu'ils doivent être, quand les Plans ont été conſidé-

rablement écartés : mais quand les Plans n'ont pas été beaucoup écartés, leurs inégalités, quoique j'ai choisi les plus exacts, devenant plus grandes à proportion de leur distance, ont produit une altération sensible, c'est, je crois, la raison pourquoi les Ordonnées trouvées par M. *Hauksbée*, en examinant la courbe produite en sens contraire, en mouillant deux semblables glaces dans l'Esprit de Vin, ne répondent pas à celles de l'hyperbole.

EXPERIENCE 4. Figure 58. *ab* est le profil de deux glaces jointes en *a*, & écartées en *b*, de façon qu'elles forment un petit angle plan : *c* représente une goutte de Mercure assez large, la plus large est la meilleure ; ayant introduit cette goutte en *c*, en tenant les Plans dans une situation verticale, elle se retire du contact de ces deux Plans en *d* quand on les incline, & que leur situation approche de l'horisontale, & la distance *cd* devient plus grande ou moindre, selon que le Plan est plus ou moins incliné à l'horison.

Une goutte de quelque huile ou autre liqueur humide, ſe meut en ſens contraire, comme l'a fait voir M. *Haukſbée.*

Exp. 5. Fig. 59. *ab* eſt un Tube ouvert par les deux extrêmités, & d'un pied ou deux de long, dont la partie inférieure eſt tirée en Tuyau capillaire *b*, le Tube étant rempli de Mercure, toute la colomne reſtera ſuſpenduë, pourvû que le Tuyau capillaire *b* ſoit aſſez étroit; mais ſi on plonge l'extrêmité *b* dans d'autre Mercure, enſorte qu'il communique avec celui du Tuyau, celui-ci ſortira tout-à-fait juſqu'à ce qu'il ſoit arrivé à une hauteur moindre que *bc*, à laquelle il s'arrêtera de nouveau, la hauteur *bc*, étant à peu près dans une proportion réciproque au diamétre du petit bout du Tube.

La ſeptiéme Expérience du Mémoire précedent, eſt l'inverſe de celle-ci.

Exp. 6. Eſt la même que la précedente, excepté qu'elle eſt faite avec un grand entonnoir du verre *ab* au lieu du Tube, Fig. 60.

L'inverſe de celle-ci avec de l'Eau,

eſt la treiziéme du Mémoire précedent.

Dans toutes ces Expériences il eſt aiſé de voir que l'effet vient de la différence des attractions du Mercure au verre, & des parties du Mercure entr'elles, qui ſont toujours oppoſées l'une à l'autre, de ſorte qu'il eſt inutile d'expliquer chaque Expérience en particulier : mais il ſera plus à propos de prévenir le lecteur ſur l'Objection ſuivante, à laquelle je vais répondre.

Dans l'Expérience qui ſert à démontrer la quatriéme propoſition, le globule de Mercure s'attache au verre par une ſurface plane, ce qui ne ſçauroit ſe faire ſans augmenter la ſurface de ce globule, & par conſéquent ſans écarter chacune de ſes parties de leur contact mutuel : ſi donc elles tendent plus fortement les unes vers les autres que vers le verre, pourquoi ne s'éloigneroient-elles pas du verre, & ne prendroient-elles pas une figure parfaitement ſphérique, qu'elles devroient avoir pour ſe toucher plus intimement ?

On peut répondre à cela, que la puiſ-

ſance par laquelle le Mercure eſt attiré, ſoit qu'elle vienne du verre ou d'autre Mercure, eſt toujours proportionnelle à la ſurface attirante, par conſéquent, quoique toutes choſes égales, la tendence du Mercure au verre ne ſoit pas ſi conſidérable que ſa tendence vers d'autre Mercure; cependant comme dans ce cas, un plus grand nombre de particules de Mercure viennent à toucher le verre, qu'il ne s'en écarte de leur contact mutuel, il n'eſt pas étonnant que l'attraction du verre l'emporte, & cauſe l'adhérence du globule; car le nombre des parties du Mercure qui ſe ſéparent des autres, n'excéde pas celui qui compenſe la différence qui arrive dans les ſurfaces, quand la goutte change de figure, au lieu que les particules qui deviennent adhérentes au verre, ſont toutes celles qui forment la ſurface plane, par laquelle le globule touche le verre.

Cette conſidération doit pareillement s'appliquer à la ſuſpenſion du vif-argent dans les Tuyaux, tant à une hauteur

extraordinaire dans l'air libre, qu'à une moindre dans le vuide, car le haut du Tube étant ſphérique à peu près, on trouvera que le contact du Mercure à l'extrêmité du Tube, eſt au contact qu'il auroit avec l'autre Mercure, en quittant le haut du Tube & en deſcendant un peu, dans une raiſon infiniment grande; d'où l'on voit que le contact du Mercure au haut du Tube, eſt une des cauſes de ſa ſuſpenſion.

Coroll. 1. Il ſuit de cette propoſition, que dans un Barométre fait avec un Tube étroit, le vif-argent ne ſera jamais auſſi élevé que dans un plus large; ce qui explique le Phœnomene ſi ſouvent rapporté dans l'hiſtoire de l'Académie Royale des Sciences par M. *de la Hire*, ſçavoir que dans le Barométre dont il ſe ſervoit ordinairement par ſes Obſervations annuelles, le vif-argent ne s'élevoit jamais auſſi haut, que dans un autre de 3 lignes & demie de diamétre, (c'eſt à peu près $\frac{1}{3}$ de pouce de notre meſure) qu'il avoit chez lui; car il nous avertit que le Tube

de ce premier Barométre eſt très-étroit. De ſorte qu'il eſt inutile d'aller ſoupçonner la nature du vif-argent, du verre dont eſt fait le Tube, ou d'une petite quantité d'air reſtée au haut du Tube, comme les cauſes de cet effet, & d'autres ſemblables.

Coroll. 2. Dans un Barométre fait avec un petit Tube, le Mercure hauſſera & baiſſera irréguliérement, car comme la hauteur du Mercure dépend en partie de l'endroit du Tuyau que touche ſa ſurface, il eſt évident que les inégalités inévitables du Tube ſeront plus conſidérables par rapport au diamétre, & par conſéquent influeront davantage ſur la hauteur du Mercure, qu'elles ne feroient dans un Tube plus large, & c'eſt, je crois, la raiſon pourquoi il eſt ſi difficile, pour ne pas dire impoſſible, de faire deux Barométres qui ſoient parfaitement d'égale hauteur dans toutes les différentes conſtitutions de l'air, particuliérement ſi les Tubes ſont étroits. Cette inégalité eſt encore plus conſidérable dans les Baromé-

tres, dans leſquels le vif-argent ſe meut dans un grand eſpace, pour changer tant ſoit peu la véritable hauteur de la colomne ſuſpenduë. La même remarque doit ſervir pour ces niveaux qui dépendent de l'élévation du Mercure, à la même hauteur dans les deux branches d'un Tuyau recourbé, & comme l'effet eſt préciſément contraire dans les Niveaux faits avec de l'eau ou de l'Eſprit de Vin, on doit y avoir égard dans la conſtruction de cet inſtrument, en faiſant des Tubes aſſez grands pour que l'erreur ſoit la plus petite qu'il eſt poſſible.

TABLE

DES GRAVITÉS SPECIFIQUES de différentes Matieres.

OR fin, ou de Coupelle	19. 640
Or d'une Guinée	18. 888
Or d'un Ducat	18. 261
Or d'un Loüis	18. 166
Mercure	14. 000
Mercure doux	13. 382
Plomb	11. 325
Argent fin de Coupelle	11. 091
Argent monnoyé	10. 535
Mercure doux ſublimé trois fois	9. 804
Biſmuth	9. 700
Cuivre rouge du Japon	9. 000
Cuivre de Suede	8. 784
Turbith minéral	8. 235
Cinnabre artificiel	8. 200
Mercure doux ſublimé 4 fois	8. 170
Cuivre jaune, ou Laiton	8. 000
Acier trempé	7. 850
Fer	7. 645
Regule martial	7. 500
Etaim	7. 471
Autre	7. 320
Cinnabre naturel	7. 300

Cinnabre d'*Almaden*	6.	188
Zinc	7.	167
Sublimé corroſif	6.	325
Litharge d'or	6.	000
Litharge d'argent	6.	044
Cinnabre d'Antimoine	6.	044
Verre d'Antimoine	5.	280
Aimant d'Hongrie	5.	106
Autre	5.	004
Aimant de *Cherpho*	5.	245
Pierre calaminaire	5.	000
Pierre bleuë de Namur	5.	000
Antimoine de Hongrie	4.	700
Antimoine d'Allemagne	4.	000
Antimoine d'Auvergne	4.	858
Tutie	4.	615
Crocus metallorum	4.	500
Pierre de *Bologne*	4.	496
Grenats de Bohême	4.	360
Pierre Hœmatites	4.	360
Fauſſe Topaſe	4.	270
Mine d'Antimoine de Poitou	4.	215
Mine de Fer des Pyrenées	4.	171
Grenats de Suede	3.	978
Mine de Grenats-Marcaſſite	3.	100
Arſenic blanc	3.	695
Orpiment	3.	521
Saphir d'Orient	3.	562
Pyrite Vitriolique	3.	512
Ardoiſe bleuë	3.	500

Malachite

Malachite	3.	490
Diamant	3.	400
Pierre à Aiguiſer, de Lorraine	3.	288
Ceruſſe	3.	156
Verre blanc ou Cryſtal	3.	150
Calamine d'*Iſſy*	3.	108
Turquoiſe	3.	088
Emeril de l'Iſle de *Naxos*	3.	067
Emeril de Normandie	3.	038
Lapis lazuli, Azur	3.	054
Peridor	3.	052
Talc de la Jamaïque	3.	000
Topaſe	2.	712
Amianthe	2.	913
Soufre rouge de *Quito*	2.	908
Pierre Divine, ou Nephretique	2.	894
Opale	2.	882
Crapaudine	2.	826
Pierre Hœmatites de *Minorque*	2.	806
Talc de Veniſe	2.	780
Emeraude	2.	777
Sucre de Saturne	2.	745
Bol d'Armenie	2.	727
Nitre fixé	2.	723
Cryſtal d'Iſlande	2.	720
Marbre	2.	718
Marbre blanc, d'*Italie*	2.	707
Marbre noir, d'*Italie*	2.	704
Pierre Belemnite	2.	675
Verre de bouteille	2.	666
Jade	2.	683

Corail rouge..... 2. 689
Corail blanc..... 2. 500
Cryſtal de roche..... 2. 650
Pierre à Fuſil..... 2. 641
Hyacinthe..... 2. 631
Agathe-Onix..... 2. 627
Verre vert commun..... 2. 620
Jaſpe..... 2. 610
Caillou d'Egypte..... 2. 578
Agathe d'Angleterre..... 2. 512
Pierre Judaïque..... 2. 500
Pierre, ou Caillou Ordin. 2. 500
Marne de *Marly*..... 2. 428
Selenite..... 2. 322
Tartre Vitriolé..... 2. 298
Tartre Emetique..... 2. 246
Sel admirable de Glauber..... 2. 246
Oſteocolla..... 2. 240
Os ſec de Mouton..... 2. 222
Amethyſte..... 2. 211
Sardoine..... 2. 180
Pierre noire d'*Irlande*..... 2. 165
Sel de Gayac..... 2. 148
Sel Polychreſte..... 2. 148
Sel de Prunelle..... 2. 148
Sel gemme..... 2. 143
Iris..... 2. 130
Terre Savonneuſe..... 2. 094
Ecailles d'Huitre..... 2. 092
Terre à pipes de *Roüen*..... 3. 088
Soufre de la Guadeloupe..... 2. 077

Soufre de l'*Archipel*	2. 018
Terre de Lemnos	2. 000
Brique	2. 000
Soufre vif	2. 000
Nitre	1. 900
Crême de Tartre	1. 900
Vitriol blanc	1. 900
Vitriol d'Angleterre	1. 880
Corne de Cerf	1. 875
Corne de Bœuf	1. 840
Albâtre	1. 872
Tartre	1. 846
Yvoire	1. 825
Soufre mineral	1. 800
Vitriol de *Dantzic*	1. 715
Alun	1. 714
Borax	1. 714
Vert de gris	1. 714
Huile de vitriol	1. 700
Calcul humain	1. 700
Autre calcul	1. 664
Os de Bœuf	1. 656
Eſprit de Nitre rectifié	1. 610
Huile de Tartre	1. 550
Bezoard Oriental	1. 530
Bezoard Occidental	1. 500
Sel de Corne de Cerf	1. 496
Sel Ammoniac	1. 453
Ens de Mars ſublimé une fois	1. 453
——— ſublimé trois fois	1. 269
Miel	1. 450

Eſprit de Nitre Bezoardique..... I. 414
Gomme Arabique..... I. 375
Opium..... I. 363
Eau forte double..... I. 341
Noix de Cocos..... I. 340
Eſprit de Nitre, *de M. Geoffroy*..... I. 338
Bois de Gayac..... I. 337
Gomme Adragant..... I. 333
Eſprit de Nitre commun..... I. 315
Eau-forte..... I. 300
Myrrhe..... I. 250
Charbon de Terre..... I. 240
Agathe noire..... I. 238
Eau Regale..... I. 234
Reſine de Gayac..... I. 224
Jayet..... I. 224
Eſprit de Vitriol..... I. 203
Scammonée..... I. 200
Bois Nephretique..... I. 200
Bois d'Aloës..... I. 177
Ebene..... I. 177
Poix..... I. 150
Eſprit de Soie..... I. 145
Eſprit de Sel..... I. 130
Le même par l'huile de Vitriol..... I. 154
Sediment du ſang humain..... I. 126
Eſprit d'urine..... I. 120
Colle de Poiſſon..... I. 111
Huile de Saſſafras..... I. 094
Décoction de Gentiane..... I. 085
Décoction de Biſtorte..... I. 073

Eſprit de Tartre	1. 073
Racine d'Eſquine	1. 071
Encens	1. 071
Leſſive de potaſſe	1. 060
Santal blanc	1. 041
Ambre	1. 040
Sang humain	1. 040
Décoction d'*Arum*	1. 036
Huile de Canelle	1. 035
Huile de Geroffle	1. 034
Noix de Galles	1. 034
Vin de Canaries	1. 033
Seroſité du ſang humain	1. 030
Bois de Breſil	1. 030
Buis	1. 030
Eſprit d'Ambre	1. 030
Eau de Mer	1. 030
Urine	1. 030
Vinaigre diſtillé	1. 030
Vinaigre ordinaire	1. 017
Lait de Vache	1. 030
Lait de Chevre	1. 030
Laudanum, liq. *de Sydenham*	1. 024
Décoction de Quinquina	1. 024
Biere	1. 019
Bois verd	1. 004
Eau de Riviere	1. 009
Eau de Pluie	1. 000
Eau de Puits	0. 999
Eau diſtillée	0. 993
Eau bouillante	0. 963

Camphre..... 0. 996
Vin d'Orleans..... 0. 996
Vin de Pontac..... 0. 993
Vin de Bourgogne..... 0. 992
Cire jaune..... 0. 995
Huile d'Aneth..... 0. 994
Hyſſope..... 0. 986
Sabine..... 0. 983
Succin..... 0. 978
Cumin..... 0. 975
Huile de Menthe..... 0. 975
Ruë..... 0. 975
Muſcade..... 0. 948
Tanaiſie..... 0. 946
Origan..... 0. 940
Carvi..... 0. 940
Spicnard..... 0. 936
Romarin..... 0. 934
Lin..... 0. 932
Olive..... 0. 913
Geniévre ou Cade..... 0. 911
Bois de Campeſche..... 0. 931
Cœur de Chêne..... 0. 929
Elixir des propriét. avec le Sel Volat. 0. 939
Huile de Lin..... 0. 936
Huile de Noix..... 0. 934
Huile de Navette..... 0. 919
Teinture de Quinquina..... 0. 900
Teint. de Gomme ammoniac..... 0. 899
Eſprit de Miel..... 0. 895
Baume de Tolu..... 0. 896

Huile d'Orange	0. 888
Huile de Therebenthine	0. 871
Branche de Chêne	0. 870
Teinture d'Antimoine	0. 866
Huile de Navette	0. 853
Teinture d'Acier de *Mynſicht*	0. 853
Bois de Hêtre	0. 854
Lentiſque	0. 849
Huile de Cire	0. 831
Santal citrin	0. 809
Eſprit de vin rectifié	0. 806
Eſprit de vin Etheré	0. 732
Racine de Gentiane	0. 800
Frêne ſec	0. 800
Quinquina	0. 784
Bois de ſainte Lucie	0. 773
If	0. 760
Erable ſec	0. 755
Prunier ſec	0. 663
Cedre	0. 613
Orme	0. 600
Cyprès	0. 591
Genevrier	0. 556
(*a*) Sapin	0. 550
Laurier	0. 549

(*a*) On a mis ici les gravités ſpécifiques des bois ſecs, & non pas des bois verds, car le Docteur *Jurin*, a obſervé que la ſubſtance des bois eſt ſpécifiquement plus peſante que l'eau, puiſqu'ils vont au fond, après qu'on a fait ſortir l'air de leurs pores, ou de leurs vaiſſeaux Aëriens, en les plaçant dans l'eau chaude ſous un recipient; ou ſi on n'a pas de machine Pneumatique, en les laiſſant pendant

Saſſafras	0. 482
Pin	0. 430
Liége	0. 240
Air	0. 001

quelque temps dans l'eau bouillante ; il a trouvé auſſi quelques calculs humains, auſſi peſants que la brique, & même que la plus tendre eſpece de Grés. *Tranſactions Philoſophiques.* N°. 369.

Les gravités ſpécifiques, du ſang humain, de ſes réſidences fibreuſes, & celle du *ſerum*, ont été déterminées très-exactement par le même Auteur. *Tranſactions Philoſophiques*, N°. 361. *

* Les peſanteurs ſpécifiques des Liqueurs, ont toutes été déterminées lorſqu'elles avoient le même degré de chaleur, ſçavoir quatre degrés au-deſſus de la Congellation du Thermométre de M. de *Reaumur*.

COMPARAISON
Des Mesures de France & d'Angleterre.

Des Mesures courantes.

LE pied de Londres est à celui de Paris, comme 1000 à 1065.

La Verge Angloise contient 3 pieds.

La Toise est de deux verges.

Le Mille de Londres par un Arrêt du Parlement rendu la cinquiéme année du Regne de la Reine *Anne*, a été établi de 5280 pieds Anglois, c'est-à-dire 4957,74647887, &c.

Des Poids. *

	grains de Troy.	*gr. de Troy.*
La livre de *Troy*, contient...	5760 & l'once...	480...
La livre *Averdupois*.....	7004 ... l'once...	437,75
La livre de *Paris*.....	7560 ... l'once...	472,5..

La livre de *Troy* est à la livre *Averdupois*, comme 88 à 107, car 88 : 107 :: 5760 : 7003, 636.

* Ce Mémoire m'a été communiqué par une personne qui l'a reçû de Monsieur *G. Graham*, dans une lettre datée du 19. Juillet 1739.

L'once de *Troy* eſt à l'once *Averdupois*, comme 80 à 73, car 80, 73 :: 480 : 438.

La livre de *Troy* eſt à la livre de *Paris*, comme 16 à 21.

L'once de *Troy* eſt à celle de *Paris*, comme 64 à 63.

La livre *Averdupois* eſt à celle de *Paris*, comme 63 à 68, à peu près, car 63, 68 :: 7004, 7559, 873.

La livre de *Troy*, contient 12 onces; la livre *Averdupois* 16, & celle de *Paris* 16 onces pareillement.

Meſures des liquides.

La Pinte de l'Hôtel-de-Ville de *Paris*, contient 47, 285 pouces cubiques de *Paris*, & 57, 117898218, &c. pouces cubiques de *Londres*.

La Quarte de *Londres*, contient 57, 75 pouces cubiques de *Londres*, ou bien 47, 68 pouces cubiques de *Paris*.

Le Galon, contient 4 Quartes, & la Quarte deux pintes.

FIN.

TABLE
DES MATIERES.

Les chiffres indiquent les Pages, *& les lettres, les* Notes.

A.

AIR. Dans quelle proportion sa Densité augmente, quand on le comprime, *pag.* 168, 175
—— Elasticité de l'air, ce que c'est. 156
—— Quelle est la cause de l'Elasticité de l'air. 188
—— L'Elasticité de l'air est égale à la force qui le comprime. 157
———— au poids de l'Atmosphere. 158
———— est directement comme sa Densité. 168
———— est réciproquement comme l'espace qu'il occupe. *ibid.*
—— Differents moyens de déterminer la gravité spécifique de l'air. 164 (*a*), 165, 274
—— Sa gravité spécifique déterminée par *Galilée.* 279
par *Mersenne.* 282
par *Haukſbée.* 286
—— est le milieu qui transmet les Sons. 298
—— Comment se font les Ondulations. 306
—— Les effets de l'air comprimé, sont differents de ceux de l'air commun. 337
—— artificiel produit par les dissolutions, fermentations, & par le feu dans le vuide. 327, 349, 351
—— Differents moyens d'accelerer ou de retarder la production de l'air. 331, 333
———— a des effets differents de ceux de l'air commun. 337

—— Ses effets sur les animaux. *pag.* 344
—— le temps ne détruit point son Elasticité. 356
—— absorbé. 359

ALLIAGE.
—— Maniere de trouver les proportions de plusieurs ingrédients, dans un Alliage quelconque, 120, 122 (*a*).

ARCHIMEDES,
—— a cultivé le premier l'Hydrostatique. 3
—— le premier a déterminé les gravités spécifiques des Corps. 87
—— détermine l'Alliage de la Couronne du Roi *Hieron.* *ibid.*
—— Extrait de son Livre *de insidentibus in Humido*, 85, 66

ATMOSPHERE. Sa pression
—— soupçonnée par *Galilée.* 3, 203
—— prouvée par l'Expérience de *Toricelli.* 129
—— de *Pascal.* 147
—— par la combinaison de plusieurs Fluides dans les Tubes. 151, 160, & 162
—— diminuë à mesure qu'on s'éleve. 164 (*a*) 165, 166
—— sa quantité sur toute la sur la surface de la Terre. 167
—— Sa rareté à une hauteur déterminée. 176
—— Comment on détermine sa hauteur. *ibid.*
—— A quelle hauteur conserve des effets sensibles. 185

ATTRACTION
—— des particules d'Eau entr'elles. 434
—— des parties du Vif-argent entr'elles. *ibid.*
—— de l'Eau & du Verre. *ibid.*
—— du Vif-argent & du Verre. *ibid.*
—— de l'Eau par le verre, plus grande que celle des parties d'Eau entr'elles. 435
—— du Vif-argent par le verre, moindre que celle des parties du Vif-argent entr'elles. 436
—— du Vif-argent par les glaces planes. 439
—— de l'Eau par les glaces planes. 440, 441

AUZOUT (Expér. de M.) sur le Barométre. 132

—— Expérience décisive en faveur de la pression de l'air. *ibid.* (*a*)

B.

BALANCE Hydrostatique.
—— Description de la balance Hydrostatique. 96 (*a*)
—— Maniere de s'en servir. 111
—— —— —— composée. 73 (*a*)
BAROMETRE.
—— Sa construction. 130 *
—— d'où viennent ses variations. 444
—— ce qui fait qu'ils ne s'accordent pas ordinairement. 127 *
BOIS.
—— La substance du Bois est spécifiquement plus pesante que l'Eau. 455
BOYLE.
—— Baroscope statique de M. *Boyle.* 82
—— Ses Expériences sur l'air artificiel. 331
—— Paradoxe Hydrostatique de M. *Boyle.* 25
—— Le cas qu'il faisoit de la balance Hydrostatique. 128
BUFFON.
—— Remarques de M. de *Buffon* sur les Eaux. 109 *

C.

CANIGOU. Expériences sur le Barométre faites au *Canigou.* *pag.* 166
—— Expériences sur la chaleur de l'Eau bouillante, & sur le terme de la Congellation faites au *Canigou.* 408
CAPILLAIRES.
—— Phœnomenes des Tubes & Syphons capillaires. 205
—— sont les mêmes dans le vuide & dans l'air commun. 212 & 221
—— Explication de ces Phœnomenes par l'*Attraction.* 218, 220

CAPILLAIRES.
—— On n'a pas bien compris la cause de ces Phœnomenes. *pag.* 412
—— Découverte de cette cause. 417
—— Pourquoi l'eau s'y éleve d'elle-même. 422
—— peuvent soutenir une quantité quelconque d'Eau. *ibid.*
—— peuvent soutenir une grande quantité de Vif-argent. 426, 427
CASWEL
—— (Expérience de M.) sur la Montagne *Snowdon*, avec un Barométre. 166
CENDRES.
—— Expériences sur l'Attraction de l'Eau par les Cendres. 224 *
CENTRE de pression.
—— ce que c'est. 59
—— maniere de le déterminer sur un Plan quelconque. 62
—— est le même que le centre de percussion. *ibid.*
CHALEUR.
—— Echelle des differents degrés de chaleur. 364
COMBINAISON de differents Fluides, dans un Tube de *Toricelli*. 151, 160, 162
CONSERVER.
—— Maniere de conserver les Corps dans les liqueurs comprimées. 363
CUBIQUE.
—— Un pied cubique d'Eau pese 1000 onces *aver du poids*. 115

E.

EAU pese à peu près autant par tout pais. 108
ELASTICITE' de l'Air.
—— Ses propriétés. 156
—— Conjectures sur sa cause. 188
ESPRIT de Vin
—— empêche la production de l'Air. 337
—— boit l'Air promptement. 365
—— n'est aucunement compressible. 357

F.

FLUIDES preſſent également de tous côtés. *pag.* 16, 47
—— peſent les uns ſur les autres. 16
—— peſent en eux-mêmes. 1
—— il n'eſt pas néceſſaire que leurs parties ſoient dans un mouvement continuel. 216
—— Elévation & abaiſſement des Corps ſolides dans les Fluides. 66
FLUIDITE', 3
—— ce que c'eſt.
FLOTTER.
—— Ce qui fait flotter les Corps. 70, 72 (*a*) 75, 85
FORCE.
—— Avec quelle force les Corps montent & deſcendent dans les Fluides. 70, 72
FOSSILES.
—— Moyen d'examiner les Foſſiles propoſé par M. *Boyle*. 124

G.

GALILE'E ſoupçonne le premier la preſſion de l'Air. *pag.* 3, 203, 276
—— détermine ſa gravité ſpécifique. 276
GEOMETRIE
—— perfectionnée par l'Hydroſtatique. 113
GRANDEUR
—— des Corps déterminée par leur peſanteur ſpécifique & abſoluë. 115
GRAVITE'
—— eſt une propriété commune à toute la matiere. 9
—— abſoluë & relative. 78
—— relative eſt inaltérable dans l'Eau à quelque profondeur que ce ſoit, mais non pas dans l'Air. 80
—— ſpécifique, ce que c'eſt. 87
—— Méthode de déterminer les gravités ſpécifiques de toute ſorte de Corps, tant ſolides que Fluides. 87, 114
—— Celle de l'Eau eſt par-tout la même. 108
GRAVITE' ſpécifique.
—— Maniere de determiner la gravité ſpécifique de

toute sorte de Corps, par leur grandeur & poids absolu. *pag.* 114
—— Table des Gravités spécifiques de differentes matieres. 447

H.

HABITUDE. Son empire sur la Raison. 233
HALES.
—— Extrait du Livre de la Statique des Vegetaux de M. *Hales*. 366
HALLEY.
—— Explication des variations du Barométre, par M. *Halley*. 373
HARMONIQUE.
—— Ce que c'est qu'une proportion Harmonique. 270
HAUKSBE'E
—— (M.) détermine la gravité spécifique de l'Air. 283
—— Erreur de Monsieur *Haukſbée* sur les Tuyaux capillaires. 413
—— Ses Expériences sur la plus grande & la moindre dilatation de l'Air dans nos climats. 324 (*a*)
HIERON.
—— Examen analytique de la Couronne du Roi *Hieron*. 121
HOOK.
—— Explication des Phœnomenes des Tuyaux capillaires par M. *Hook*. 207
—— Insuffisance de cette explication. 212, *& suiv.*
HORREUR du vuide.
—— Phœnomenes attribués à l'horreur du vuide. 137, 190
—— refuté par *Galilée*. 203
HUYGHENS.
—— (Caractere de M.) 232
—— (Sentiment de M.) sur les principes de Monsieur NEWTON. 233
HYDROSTATIQUE,
—— ce que c'est. 7
—— cultivée d'abord par Archimedes, 3, 67, 87

utile

—— utile aux Physiciens & aux Ouvriers. 123
—— perfectionne la *Geométrie & la Statique*. *pag.* 113

I.

JURIN sur les effets des Tuyaux & Syphons capillaires, par M. *Jurin*. 410

L.

LINUS, son explication des Phœnomenes de *Toricelli*. 133

LUMIERE.
—— Sa propagation ne se fait pas pour un Fluide intermediaire. 314
—— Sa viteſſe. 313

M.

MACHINE PNEUMATIQUE, inventée par *Otto Guericke*. 234
—— perfectionnée par M. *Boyle*. 237
—— —— par M. *Haukſbée*. 245
—— Tables pour connoître comment on peut raréfier l'air dans un Récipient, dans un degré donné. 262, 265
—— on ne peut jamais pomper tout l'Air. 248
—— Jauge mercurielle de la Machine Pneumatique. 256

MERCURE
—— eſt moins attiré par le verre, que par ſes propres parties. 436
—— au-deſſous du niveau dans les Tuyaux capillaires. 437
—— reſte ſuſpendu à une hauteur extraordinaire dans le vuide. 432

MESURES.
Comparaiſon des differentes Meſures de France & d'Angleterre. 457

METE'ORE.
—— Obſervations d'un Metéore en forme de demi cercle. 187

MOUVEMENT perpétuel tenté ſans ſuccès. 410

TABLE

O.

ONCE *Averdupois*, contient 437½ grains de la livre de *Troy*. *page* 116
—— Romaine à peu près égale à l'once *Averdupois*. *ibid.*

ONDULATION.
—— Comparaiſon des Ondulations de l'Air & de l'Eau. 302, 316

OTTO GUERICKE
—— inventeur de la Machine Pneumatique. 234

P.

PASCAL. Ses Expériences ſur les Barométres avec de l'Eau & du Vin. 149
—— ſur le *Puy de Domme*. 166
—— Son explication de l'effet du Syphon. 34

PLATEAUX.
—— Union des Plateaux. 39, 191, 195, 204

PLONGEURS
—— ſont bien preſſés au fond de l'Eau. 13, 64
—— pourquoi ils ne s'en plaignent point. 13

POIDS.
—— Comparaiſon des poids anciens & modernes. 116
—— Poids relatifs & abſolus des Corps dans les Fluides. 78
—— Poids abſolus déterminés par la grandeur & la gravité ſpécifique. 117

POMPES.
—— Explication de l'effet des Pompes. 39, 192, 202

POMPE à condenſer,
—— ſa deſcription, ſa jauge & ſes uſages. 268, 269

PRESSION des Fluides
—— s'étend de tous côtés. 16 (*a*) 47
—— ſes effets généraux. 19
—— ſoutient les Corps les plus peſants. *ibid.* (*a*)
—— retient au fond les plus legers. *ibid.* (*a*)
—— produit l'effet du Syphon. 20 (*a*)

—— éléve l'eau dans les Tuyaux, Pompes & Seringues. *pag.* 39, 192, 202
—— fait l'adhérence des Marbres polis. 191, 204
—— proportionnelle à la hauteur du Fluide. 41
—— ſa quantité ſur le côté d'un vaiſſeau Cubique. 49
—— ſa quantité ſur une ſurface plane. 55
PRESSION,
—— ſa quantité ſur une ſurface courbe. 57
—— celle que ſupporte un Plongeur. 64
—— centre de preſſion, moyen de le trouver. 59
—— preſſion de l'Atmoſphere à differentes hauteurs. 165
—— ſur toute la ſurface de la Terre. 167
RAREFACTION
—— de l'Huile de lin par la chaleur. 394 *ibid.* (*a*)
—— de l'air comparée à celle de l'Huile de lin. *ibid.*

R.

MANIERE de conſerver longtemps les œufs frais par M. de *Reaumur*. 365
RE'CIPIENT,
—— dans quelle raiſon où le vuide d'air ſur une Machine Pneumatique. 248
—— ne peut jamais être entiérement évacué. *ibid.*

S.

SEAU D'EAU. Pourquoi on ne ſent pas le poids d'un ſeau d'eau, quand il eſt dans l'eau. 12, 77
SITUATION
—— des Corps flottants. 66
SLARE.
—— Poudre à Canon liquide de M. *Slare*. 327
SOUFFLET.
—— D'où vient la difficulté d'écarter les Ailes d'un ſoufflet, dont les oüies ſont bouchées. 191, 195
SONS,
—— leur propagation dans l'air. 298

—— ne paſſent point par le vuide. pag. 300
—— comment ſe fait leur propagation. 301
—— ſe fait dans toute ſorte de Direction. 304 & ſeq.
—— leur viteſſe. 321
—— altérée par le vent, par le chaud & le froid. 325
STATIQUE.
—— Démonſtration d'un Theorême de ſtatique. 57
SUCCION.
—— Comment ſe fait la ſuccion. 193, 200
SURFACE
—— des Fluides, tantôt concave, tantôt convexe. 222
SYPHON.
—— Explication des effets du Syphon. 20 (a), 34, 36

T.

THERMOMETRE. Conſtruction du Thermométre de M. *Newton*. 364
—— de *Fareinheit*. 402
—— de M. de *Reaumur*. 403
—— de M. *Deliſle*. 406
TUBE de *TORICELLI*.
—— Phœnomenes du Tube de *Toricelli*. 129 (a) & ſuiv.
VENT.
—— Viteſſe du Vent. 323
VENTOUSE. Ses effets. 193

V.

VIANDE, comment on peut la conſerver long-temps. 365
VUIDE au haut du Barométre. 146
WALLIS
—— Expérience de M. ſur les Barométres. 143 (a)

Explication des Parties de la Machine Pneumatique.

LA Figure 64 repréſente la Machine Pneumatique de M. *Haukſbée*, avec toutes ſes parties.

A A. Deux corps de Pompe d'un pied de haut, & de deux pouces de diamétre.

B B. Manches des Piſtons, qui ſont deux eſpeces de Crics capables de recevoir la lanterne de la Manivelle.

C. La Manivelle. La lanterne eſt enfermée dans la Boëte.

D D D D. Le Tuyau qui conduit l'air du Récipient au corps de Pompe.

E. Le Récipient.

F F. Boëte de fer blanc garnie de Cuirs huilés, au travers deſquels paſſe une verge de fer, pour mouvoir ou ſuſpendre différents Corps dans le Récipient.

G G G. La Jauge mercurielle, qui eſt un Tuyau de verre ouvert par ſes deux extrêmités, dont l'une paſſe au travers de

la Platine ; & communique avec le Récipient, & l'autre eſt plongée dans une Cuvette qui contient du Mercure.

H. La Cuvette ; ſur la ſurface du Mercure qu'elle contient, nage un morceau de liége, percé d'un trou à ſon centre ; on y a inſeré une regle de Buis verticale, diviſée en pouces, lignes & quart de lignes, enſorte que le Mercure hauſſant ou baiſſant dans la Jauge, le liége & la regle baiſſe ou hauſſe en même temps.

I. I. I. I. Les ſupports & la Table.

APPROBATION.

J'Ai lû par ordre de Monſeigneur le Chancelier un Manuſcrit intitulé : *Leçons d'Hydroſtatique & d'Aerométrie par M. Côtes, traduites de l'Anglois* : dans lequel je n'ai rien trouvé qui m'ait paru devoir en empêcher l'impreſſion. FAIT à Paris ce 10. Février 1742.

BREMOND.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & feaux Conſeillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prevôt de Paris, Baillifs, Senechaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra, SALUT. Notre bien amé MICHEL-ANTOINE DAVID, Libraire à Paris, Nous a fait expoſer qu'il deſireroit faire imprimer, & donner au Public l'*Hiſtoire abregée des Troubles arrivés en Portugal dans le tems du détrônement du Roi Alphonſe, Entretiens Mathématiques ſur les Nombres, l'Algébre &c. par le R. P. Regnault. Leçons d'Hydroſtatique & d'Aerométrie par M. Côtes*, s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilege pour ce neceſſaires. A CES CAUSES : Voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons par ces Preſentes, de faire imprimer les Ouvrages ci-deſſus ſpecifiés, en un ou pluſieurs Volumes, & autant de fois que bon lui ſemblera, & de les vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume pendant le tems de douze années conſécutives, à compter du jour de la date deſdites Preſentes. Faiſons défenſes à toutes ſortes de perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangére dans aucun lieu de notre obéïſſance ; comme auſſi à tous Libraires, Imprimeurs & autres, d'imprimer, faire imprimer, vendre, ni contrefaire leſdits Ouvrages, ni d'en faire aucun extrait, ſous quelque prétexte que ce ſoit, d'augmentation, corrections, changemens ou autres, ſans la permiſſion expreſſe ou par écrit dudit Expoſant, ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiſcation des Exemplaires contrefaits, & de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers audit Expoſant, & de tous dépens, dommages & intérêts ; à la charge que ces Preſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Li-

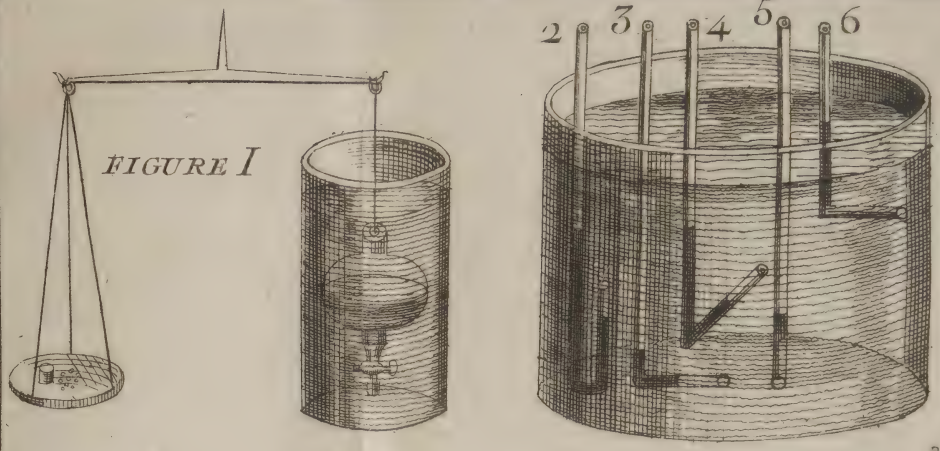
braires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impreſſion ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres, conformément à la feuille imprimée, attachée pour modéle ſous le contreſcel deſdites Preſentes ; que l'Impétrant ſe conformera en tout aux Reglemens de la Librairie, & notamment à celui du dix Avril mil ſept cent vingt-cinq ; qu'avant de les expoſer en vente, les Manuſcrits ou Imprimés qui auront ſervi de copie à l'impreſſion deſdits Ouvrages, ſeront remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier le ſieur d'Agueſſeau, Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres ; & qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notredit très-cher & féal Chevalier le ſieur d'Agueſſeau Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres ; le tout à peine de nullité des Preſentes. Du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire joüir ledit Expoſant ou ſes ayans cauſe, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie deſdites Preſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin deſdits Ouvrages, ſoit tenuë pour duëment ſignifiée, & qu'aux Copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers-Secretaires, foi ſoit ajoûtée comme à l'Original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent, ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & neceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant Clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires : CAR TEL EST NOTRE PLAISIR. DONNE' à Paris le huitiéme jour du mois de Juin, l'an de grace mil ſept cent quarante-deux, & de notre Regne le vingt-ſeptiéme. Par le Roi en ſon Conſeil,

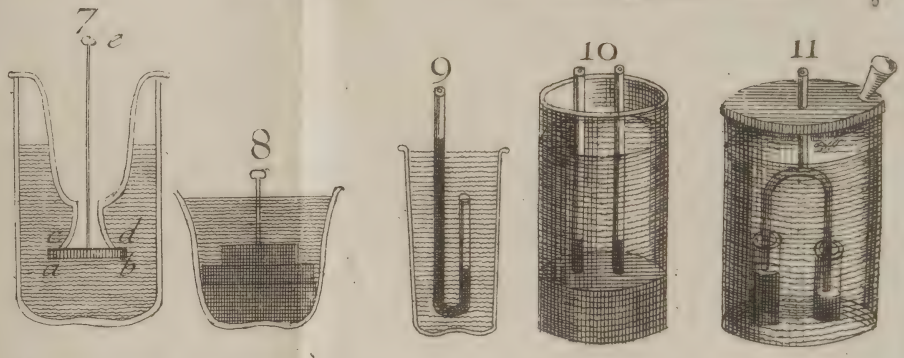
Signé, SAINSON.

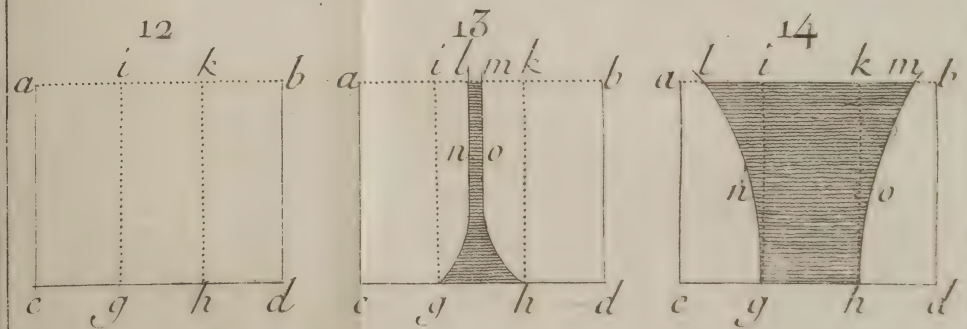
Regiſtré ſur le Regiſtre XI. de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, No. 20. f°. 17. *conformément aux Reglemens, & notamment à l'Arrêt de la Cour du Parlement du 3. Décembre 1705. A Paris ce 12. Juin 1742.*

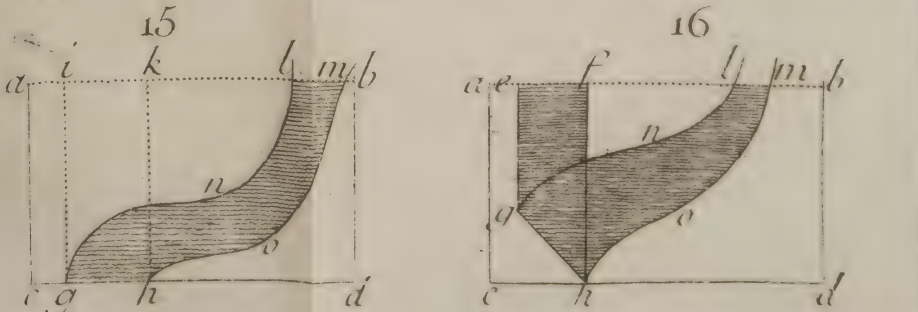
Signé, SAUGRAIN, Syndic.

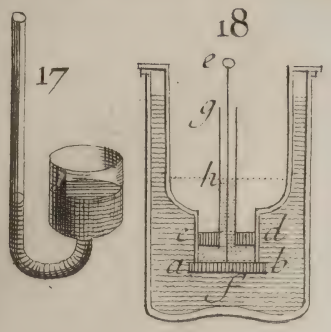
FIGURE I

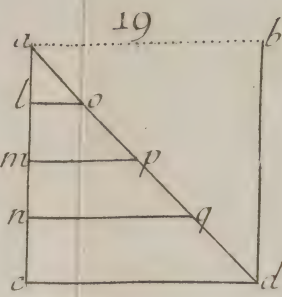

2
3
4
5
6

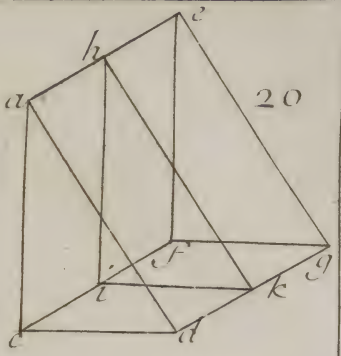

7
e
c
d
a
b
8
9
10
11

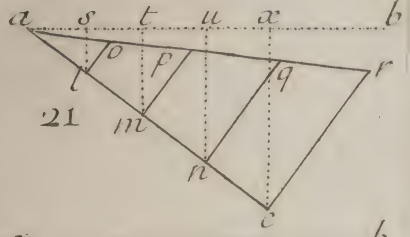

12
a
i
k
b
c
g
h
d
13
a
i
l
m
k
b
n
o
c
g
h
d
14
a
l
i
k
m
b
n
o
c
g
h
d

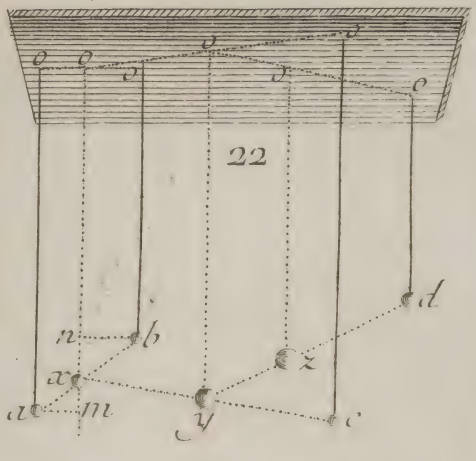

15
a
i
k
l
m
b
n
o
c
g
h
d
16
a
e
f
l
m
b
n
q
o
c
h
d

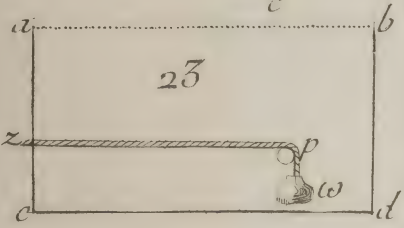

17
18
e
g
h
c
d
a
b
f

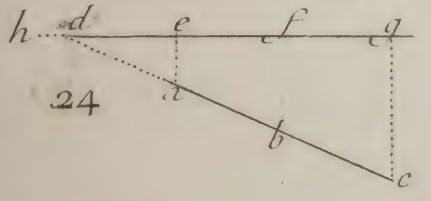

19
a
b
l
o
m
p
n
q
c
d

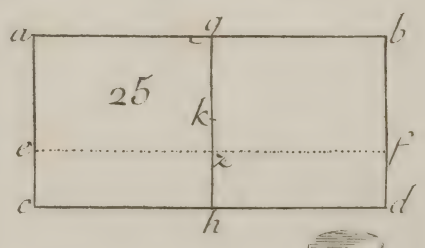

20
e
h
a
f
g
i
k
c
d

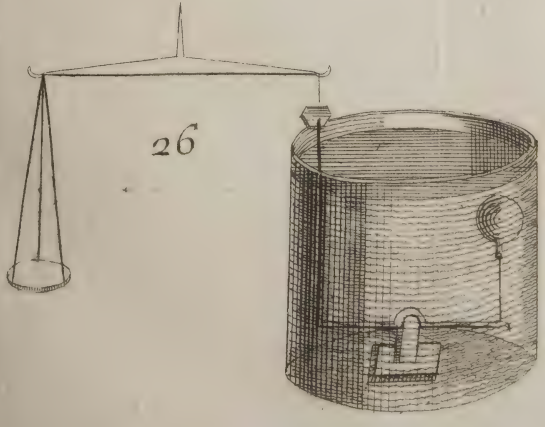

a
g
t
u
x
b
o
p
q
r
l
21
m
n
c

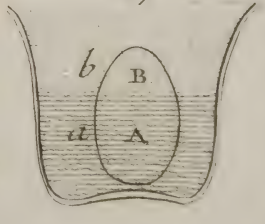

o
o
o
o
o
e
22
d
n
b
z
x
a
m
y
c


a
b
23
z
p
w
c
d

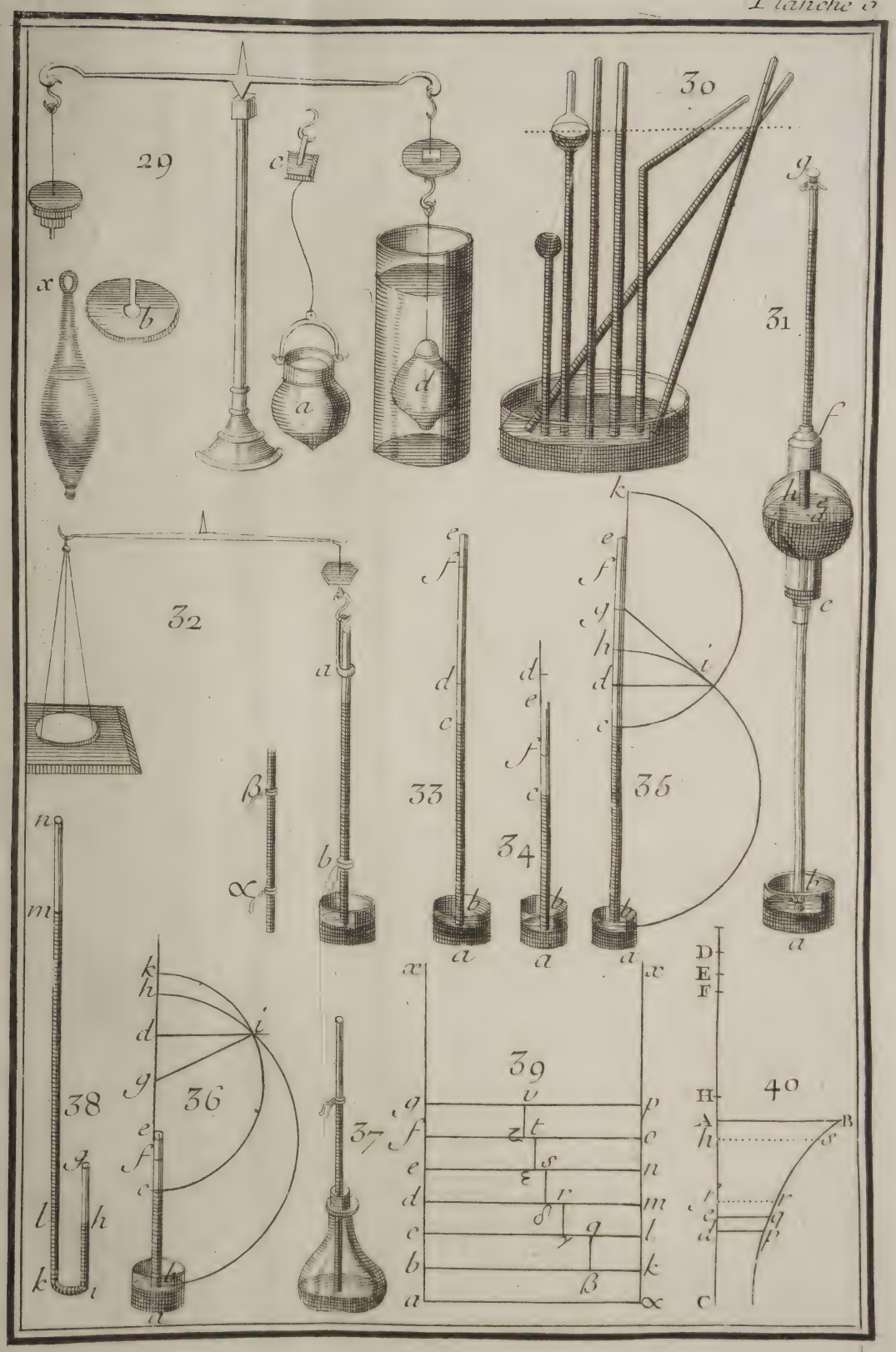

h
d
e
f
g
24
a
b
c

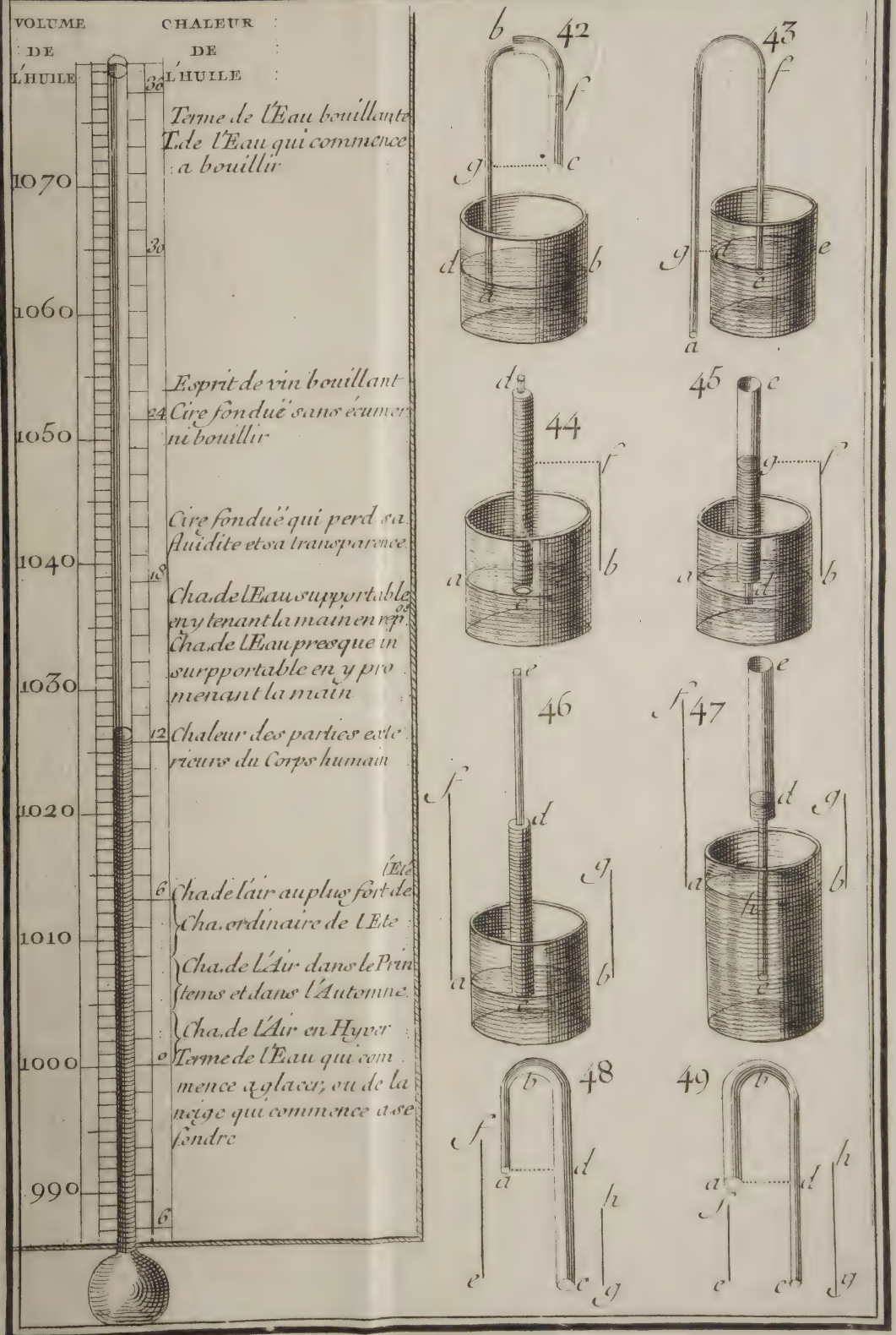

a
g
b
25
k
e
x
f
c
d
h

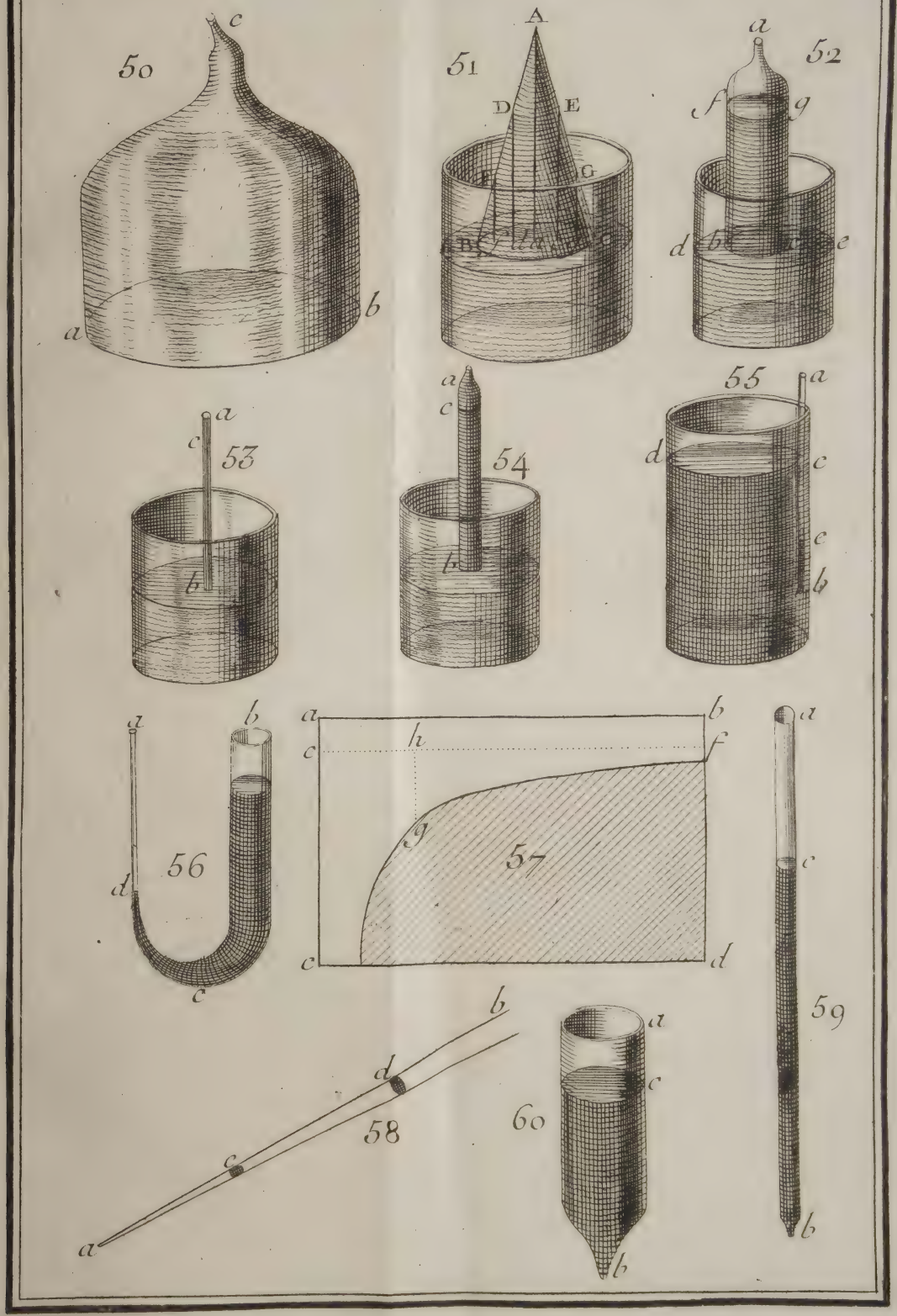

26


27
b
B
a
A

28


29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
x
b
c
a
d
g
f
h
e
k
i
β
α
n
m
l
D
E
F
H
A
B
C


VOLUME DE L'HUILE
CHALEUR DE L'HUILE
1070
1060
1050
1040
1030
1020
1010
1000
990
30
30
24
18
12
6
0
6
Terme de l'Eau bouillante
Le de l'Eau qui commence a bouillir
Esprit de vin bouillant
Cire fonduë sans écumer ni bouillir
Cire fonduë qui perd sa fluidité et sa transparence
Cha. de l'Eau supportable en y tenant la main en rep.
Cha. de l'Eau presque in surpportable en y pro menant la main
Chaleur des parties exte rieures du Corps humain
(Ete
Cha. de l'air au plus fort de
Cha. ordinaire de l'Ete
Cha. de l'Air dans le Prin tems et dans l'Automne
Cha. de l'Air en Hyver
Terme de l'Eau qui com mence a glacer, ou de la neige qui commence a se fondre
42
43
44
45
46
47
48
49


50
c
a
b
51
A
D
E
F
G
52
a
f
g
d
e
53
a
c
b
54
a
c
b
55
a
d
c
c
b
56
a
b
d
c
57
a
b
c
h
f
g
c
d
58
b
d
c
a
59
a
c
b
60
a
c
b

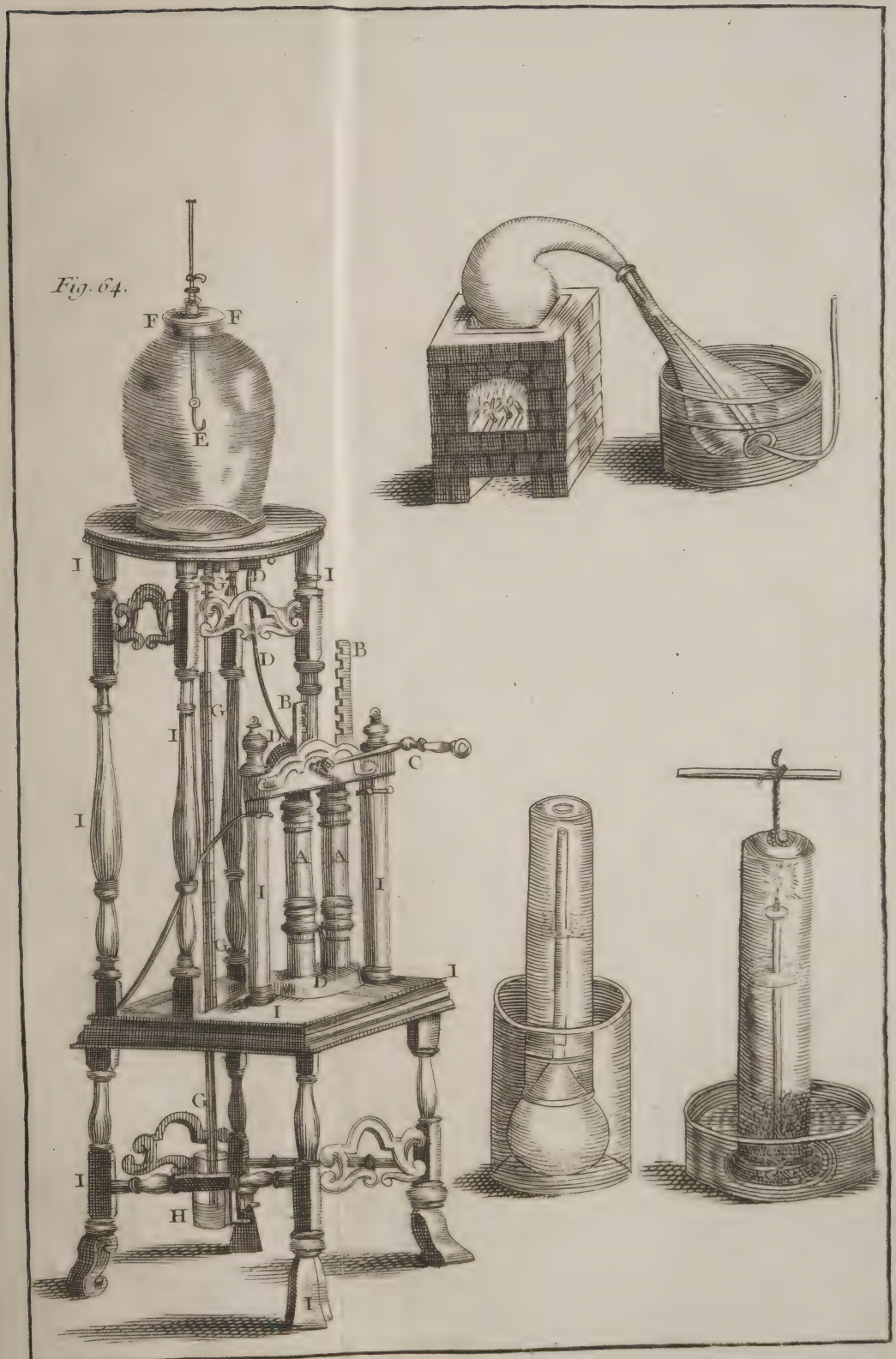


Fig. 64.
F
F
E
I
I
D
D
B
B
G
I
I
C
I
A
A
I
I
G
I
D
I
G
I
H
I